

Міністерство освіти і науки України
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і
харчоконцентратів

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

з технології макаронного виробництва на тему:
«Впровадження технології макаронних виробів на основі борошна з
цільнотривалою спельти на макаронному підприємстві в м. Дніпро»

Виконавець роботи:	студентка 5-го курсу групи ТХП-61 факультету ТЗ і ЗБ Баюш О.С.	_____
		(підпис)
Керівник роботи:	Макарова О.В.	_____
		(підпис)
Консультант:	Карпінська Г.В.	_____
		(підпис)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1. Науково-дослідна частина	Макарова О.В.		
2. ТЕО кваліфікаційної роботи	Карпінська Г.В.		
3. Технологічна частина	Макарова О.В.		
4. Технічна частина	Макарова О.В.		
5. Охорона праці	Макарова О.В.		
6. Техніко-економічні показники	Карпінська Г.В.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Срок виконання етапів роботи	Примітка
1.	Науково-дослідна частина	28.09.21	виконано
2.	Техніко-економічне обґрунтування роботи	25.09.21	виконано
3.	Технологічна частина	2.10.21	виконано
4.	Технічна частина	11.10.21	виконано
5.	Графічна частина	21.10.21	виконано
6.	Охорона праці	10.11.21	виконано
7.	Оформлення кваліфікаційної роботи	16.11.21	виконано
8.	Техніко-економічні розрахунки	25.11.21	виконано
9.	Представлення на попередньому захисті	7.12.21	виконано
10.	Збір необхідних підписів	11.12.21	виконано
11.	Рецензування	15.12.21	виконано
12.	Захист на засідання ЕК	22.12.21	виконано

Студент _____
(підпис)

Баюш О.С.

Керівник _____
(підпис)

Макарова О.В.

Анотація

кваліфікаційної роботи на тему: «Впровадження технології макаронних виробів на основі борошна з цільнозмеленої спельти на макаронному підприємстві в м. Дніпро»

Кваліфікаційна робота, присвячена впровадженню технології макаронних виробів на основі борошна з цільнозмеленої спельти, має такі розділи:

Вступ, в якому розглянуто оцінку сучасного стану досліджуваної проблеми та обґрунтування актуальності кваліфікаційної роботи.

Дослідна частина, яка містить огляд літератури щодо досвіду науковців при вирішенні поставленої в роботі проблеми; об'єкти та предмет досліджень; методи та методики дослідження; мету та задачі досліджень; результати дослідження та їх аналіз, рецептуру і особливості приготування розробленого виробу.

Розділ техніко-економічного обґрунтування, де показано доцільність розробки і введення нової технології виробництва на макаронному підприємстві.

Технологічна частина включає: визначення добової виробничої потужності підприємства і вибір асортименту за видами; рецептуру та фізико-хімічні і органолептичні показники якості прийнятого асортименту; вибір і розрахунок кількості основного технологічного обладнання; складання графіка роботи обладнання; розрахунок виробничих рецептур; розрахунок добових витрат сировини; вибір і розрахунок обладнання складу борошна; розрахунок потреби в тарі; вибір і опис технологічних схем виробництва; технохімічний контроль виробництва.

Технічну частину у якій наведено опис генерального плану, архітектурні і об'ємно-планувальні рішення, розрахунок інженерних систем та енергопостачання.

Охорону праці, в якій наведено аналіз потенційно небезпечних виробничих факторів та організаційні заходи щодо поліпшення безпеки праці, розробку заходів з пожежо-, вибухобезпеки для створення безпечних умов праці.

Економічну ефективність та інвестиційну привабливість роботи за відповідними показниками виробничо-господарської діяльності підприємства та терміном окупності інвестиційних витрат на впровадження нового асортименту на макаронному підприємстві.

Кваліфікаційна робота містить:

Текстової частини -

Таблиць –

Графічних аркушів - 7, формат А1

Зміст

Вступ.....	
Розділ 1 Науково-дослідна частина.....	
1.1 Аналітичний огляд літературних і патентних джерел.....	
1.1.1 Сучасний стан, перспективи розвитку макаронної промисловості.....	
1.1.2 Досвід виробництва макаронних виробів з підвищеною харчовою цінністю.....	
1.1.3 Переваги використання спельти при виробництві макаронних виробів.....	
1.2 Об'єкти та методи досліджень.....	
1.2.1 Об'єкти дослідження.....	
1.2.2 Характеристика основної та додаткової сировини.....	
1.2.3 Методи досліджень.....	
1.3 Результати досліджень.....	
1.3.1 Показники якості використаних видів борошна.....	
1.3.2 Порівняльний аналіз властивостей макаронного тіста при використанні різних видів цільнозернового борошна.....	
1.3.3 Показники якості макаронних виробів.....	
1.3.4 Висновки.....	
Розділ 2 Техніко-економічне обґрунтування.....	
Розділ 3 Технологічна частина	
3.1. Визначення добової виробничої потужності підприємства і обґрунтування асортименту макаронних виробів.....	
3.2. Рецептатура та фізико-хімічні і органолептичні показники прийнятого асортименту.....	
3.3. Вибір і розрахунок основного технологічного обладнання.....	
3.4. Складання графіка роботи обладнання. Уточнення добової виробничої програми підприємства.....	
3.5. Розрахунок виробничих рецептур.....	
3.6. Розрахунок добових витрат сировини.	

					К01.891-03.06.КР.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Впровадження технології макаронних виробів на основі борошна з цільнозмеленої спельти на макаронному підприємстві в м. Дніпро	<i>Стадія</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Студент</i>		Баюш О.С.						
<i>Консульт.</i>		Макарова О.В.						
<i>Н. контр.</i>		Макарова О.В.						
<i>Керівник</i>		Макарова О.В.						
<i>Зав. каф.</i>		Юргачова К.Г..						
						ОНТУ-2021 Каф. ТХКМВ і Х гр. ТХП-61		

3.7. Розрахунок обладнання складу борошна і силосно-просіювального відділення.....	
3.8. Розрахунок пакувального обладнання і потреби в тарі.....	
3.9. Описання способів і умов зберігання сировини та технологічних схем підприємства.....	
3.10. Технохімічний контроль виробництва.....	
Розділ 4. Технічна частина.....	
4.1 Архітектурно-будівельна частина.....	
4.1.1 Генеральний план забудови території.....	
4.1.2 Визначення площі основних приміщень.....	
4.1.3 Архітектурні та об'ємно-планувальні рішення, опис компонування обладнання.....	
4.2 Інженерні системи та енергетичне господарство	
4.2.1 Санітарно-технічна частина.....	
4.2.2 Енергетична частина.....	
Розділ 5 Охорона праці.....	
5.1 Аналіз потенційно шкідливих і небезпечних факторів на підприємстві.....	
5.2 Заходи, передбачені для створення безпечних умов праці	
5.3 Заходи з пожежо-, вибухо- безпеки	
5.4 Заходи з охорони навколишнього середовища, ресурсо- та енергозбереження.....	
Розділ 6 Техніко-економічні показники.....	
Висновки та рекомендації.....	
Перелік джерел посилання.....	
Специфікація	
Додатки	

Перелік скорочень, термінів та умовних позначень

ЦЗП - цільнозернове борошно пшениці

ЦЗС – цільнозернове борошно спельти

Втрати СР – втрати сухих речовин

K_m – Коефіцієнт збільшення маси

В – втрати сухих речовин у варильну воду, %

ВЗЗ - вологозв'язувальна здатність, %

τ – гранична напруга зсуву, кПа

T – адгезійна міцність, Па

W – масова частка вологи, %

K – кислотність, град

ЗДБ – ступінь задоволення добової потреби, %

Вступ

Макаронна продукція має стабільно великий попит у всіх груп населення і входить до списку товарів повсякденного попиту, тому вивчається як об'єкт для внесення функціональних компонентів. В Україні макарони як основний продукт вживають 30-40% споживачів, інші використовують макарони у вигляді гарніру до основних страв або для приготування інших страв.

Споживання макаронних виробів в Україні в середньому складає 1,8 кг на рік на одну особу. У Європі вказаний показник становить понад 12 кг макаронних виробів на рік, що в шість разів перевищує вітчизняні норми.

Ринок макаронних виробів характеризується великим асортиментом як національних, так і імпортованих брендів. У сегменті представлені товари різних вартісних категорій - від бюджетних до дорогих.

Макаронні мають високу енергетичну цінність. Крім того, вони легко готуються і довго зберігаються. Завдяки прекрасному співвідношенню ціна-якість макаронні вироби користуються великим попитом.

На даний час, покупці стали більш інформовані та вибіркові, віддають перевагу корисній та якісній продукції, незважаючи на її більш високу вартість. Виріс купівельний попит на макаронні вироби із твердих сортів пшениці, а також з додаванням нетрадиційної для макаронних виробів сировини.

Зважаючи на те, що борошно із твердих сортів є дефіцитом, українські виробники виготовляють вироби з хлібопекарського борошна. За рахунок цього макаронні вироби стають більш доступними для споживачів по цінній категорії.

Якість макаронних виробів з м'якої пшениці істотно нижче виробів з твердої пшениці за такими показниками як: колір, здатність до злипання при сушінні, втрата сухих речовин при варінні, крихкуватість. Тому, актуальним завданням виробництва макаронних виробів є підвищення якості макаронних виробів, виготовлених з борошна м'якої пшениці.

Використання макаронних виробів як об'єкта для збагачення функціональними інгредієнтами дозволить покращити харчовий статус та здоров'я загалом різних груп населення.

Розширення асортименту макаронної продукції, збагаченої компонентами з високою харчовою та біологічною цінністю (білки, харчові волокна, вітаміни та ін.) допоможе вирішити завдання підвищення якості харчування населення та розширення асортименту продуктів. Продукти, що розробляються, повинні

відповідати фізіологічним потребам організму людини в харчових та біологічно активних речовинах, виявляти очікувані властивості, відповідати вимогам якості традиційного продукту харчування.

РОЗДІЛ 1 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1.1 Аналітичний огляд літературних і патентних джерел

1.1.1 Сучасний стан, перспективи розвитку макаронної промисловості

Макаронні вироби, в порівнянні з іншими борошняними виробами мають ряд переваг: висока засвоюваність основних харчових речовин, низька вартість і доступність для будь-яких верств населення, можливості тривалого зберігання, швидкого і простого приготування.

Наявні на ринку України макаронні вироби вітчизняного та закордонного виробництва характеризується широким асортиментом, різними за вартістю групами – від нижнього цінового сегмента національних брендів до більш дорогих імпортованих брендів.

Виробництво макаронних виробів здійснюють багато підприємств різною потужності, зокрема такі більш потужні і відомі як компанія «Українські макарони» (ТМ «Тая»); Київська макаронна фабрика (ТМ «КМФ»); Маревен Фуд Україна (ТМ «Роллтон»); холдинг «Урожай» (входить до складу групи Lauffer); Чумак (ТМ «Чумак»); макаронна фабрика «МилаМ» (ТМ «МилаМ»); фірма «Зодіак». Популярність певних торгових марок макаронних виробів залежить від регіона. Найбільш популярні торгові марки: «Чумак» - охоплює 17,5% ринку макаронних виробів, «Тая» - 13,6%, «Макфа» - 12,7% [1].

Середнє споживання на душу населення макаронної продукції в нашій країні становить 4,5 кг/люд. Як очікують аналітики, зростання обсягів споживання макаронних виробів можливе приблизно 2% щорічно [2]. Попит може збільшуватися за рахунок розширення асортименту продукції, а також завдяки підвищенню культури споживання макаронних виробів, тобто сприймання страв з макаронної продукції не тільки як гарнір, але і самостійну страву.

З початку 2019 року спостерігається зниження обсягів виробництва макаронних виробів. Данна ситуація пов'язана з тим, що вітчизняний споживач все більше віддає перевагу імпортованій продукції макаронних виробів. У січні 2019 року показник виробництва макаронних виробів становив 4,9 тис. т, що на 4,3 % більше показника січня 2018 року. У лютому обсяг виробництва становить 5,8 тис. т, що на 0,13% менше лютого 2018 року. За

період січень-лютий показник - 10,77 тис. т. Це на 165 тон більше аналогічного періоду 2018 року. Варто зазначити, що обсяг виробництва у 2018 становив 72,6 тис. т. [1].

Із відновленням економіки та підвищенням рівня доходів українців, покупці звертають більше увагу на вироби преміум якості вищої цінової категорії. Такі макаронні вироби виготовляються із борошна твердих сортів або з нетрадиційних видів борошна, також користуються попитом вироби з додаванням натуральних барвників, яєчних продуктів, крохмалю та іншої додаткової сировини. Загалом такі макаронні вироби імпортуються до України з інших країн, хоча деякі українські виробники також випускають подібну продукцію і переходять на виготовлення виробів з твердих сортів пшениці [3].

В Україні макаронні вироби виробляються, в основному, з хлібопекарського борошна з м'якої пшениці, адже пшениця твердих сортів на території України вирощується в невеликих кількостях.

Макаронні вироби з твердих сортів пшениці, які відносяться до групи А, 1-го класу є більш дорогим продуктом і здебільшого раніше це були вироби імпортних брендів. В той же час на сьогодні і вітчизняні виробники збільшують відсоток макаронних виробів, виготовлених з борошна з твердих сортів пшениці, що є позитивною зміною. Борошно 1-го сорту використовується дуже обмежено і для виробництва макаронів більш низької якості [4].

Макаронні вироби, зважаючи на добру засвоюваність, мають високу калорійність, проте характеризуються невисокою харчовою цінністю з точки зору вмісту дефіцитних речовин. Вони містять близько 10,4 г білка, 75 г вуглеводів, 1,5 г жиру. Втім вміст мінеральних речовин і клітковини незначний. Тому при виробленні макаронних виробів доцільно використовувати різні збагачувачі для поліпшення їх біологічної і харчової цінності. Розширення виробництва макаронної продукції, збагаченої компонентами з високою харчовою і біологічною цінністю (білки, харчові волокна, вітаміни та ін.), допоможе вирішити питання підвищення якості харчування населення і розширення асортименту продуктів харчування з підвищеною харчовою цінністю [4].

Аналізуючи ринок макаронних виробників, можна зробити висновок, що попит на макаронні вироби залишається стабільним оскільки дані види продукції залишаються одним з основних продуктів харчування. Українським

виробникам необхідно постійно слідкувати за тенденціями світового ринку та удосконалювати технологічний процес, тим самим випускаючи високоякісну продукцію, що задовольнить споживачів.

1.1.2 Досвід виробництва макаронних виробів з підвищеною харчовою цінністю

Існує ряд розробок щодо поліпшення якості макаронних виробів здебільшого за рахунок часткової заміни пшеничного борошна (основної сировини) на нетрадиційну рослинну сировину, завдяки чому покращується хімічний склад, а отже, підвищуються харчова, біологічна цінність і функціональні властивості макаронних виробів. Продукцію збагачують вітамінами, мінералами, харчовими волокнами та іншими біологічно активними речовинами [5].

Так, авторами пропонується виготовляти макаронні вироби з додаванням порошку із плодів глоду колючого (ТУ У 15.3-23913766-002:2005 "Порошки тонкодисперсні овочеві і фруктово-ягідні"), отриманого активаційним методом сушіння з одночасним подрібненням сировини в порошок. Макаронні вироби з порошком глоду колючого збагачені вітамінами К, Е, групи В, органічними кислотами, макро- та мікроелементами (К, Са, Mg, Р, Fe), а також містять в порівнянні з контрольним зразком життєво необхідні для організму людини есенціальні нутрієнти - аскорбінову кислоту, пектинові та Р-активні речовини [6].

Зазначається, що макаронні вироби, виготовлені із борошна пшеничного, води та порошку глоду мають хорошу якість, а саме, кращі варильні показники, відсутність мікротріщин, добре зберігають форму [6].

Розроблено спосіб виробництва макаронних виробів, який передбачає змішування борошна і водного екстракту часнику з гідромодулем 1:50 і 1: 100) та додавання такої рослинної збагачувальної добавки як порошок цикорію в кількості 1-3 мас. %, порошок пастернаку або порошок гарбуза в кількості 3-6 мас. % від маси борошна [7]. В результаті виготовлення продукції за даною рецептурою отримують макаронні вироби, збагачені вітамінами, антиоксидантами, мінеральними і баластними речовинами. Даний винахід дозволяє отримати продукт з підвищеною харчовою цінністю і засвоюваністю, а також розширити асортимент продуктів функціонального призначення.

Автори Castelo-Branco V.N. і ін. [8] в якості інгредієнта для пасти тальятелле використовували борошно із зелених бананів (м'якоть і шкірка), що містить клітковину, золу і фенольні сполуки у більших кількостях, ніж традиційне пшеничне борошно.

В роботі [9] автори для збагачення макаронних виробів біологічно активними речовинами використовували лікарські рослини у вигляді порошків. Отримано хороші результати при додаванні до пшеничного борошна порошків таких лікарських трав: валеріана, пустинник, звіробій, подорожник, чебрець, ромашка, а також плодів глоду і шипшини. Автори рекомендують внесення вказаних збагачуючих рослинних добавок у кількості 5-15% до маси пшеничного борошна.

Окрім рослинної сировини для підвищення харчової цінності макаронних виробів науковцями пропонується використання і продуктів переробки сировини тваринного походження. Наприклад, в макаронні вироби запропоновано вводити кефір, що дозволяє не тільки підвищити біологічну цінність продукту, але і поліпшити його варильні властивості, оскільки в процесі варіння макаронів відбувається коагуляція молочного білка (створожування), що, подібно до клейковини, сприяє фіксуванню структури виробів [10].

Для збагачення макаронних виробів білком також можуть використовуватися м'ясні продукти. Запропоновано спосіб виробництва макаронних виробів, що включає подрібнення до фаршу печінки яловичої при температурі 25 °С, просіювання пшеничного борошна і здійснення замісу крутого тіста [11]. Потім при змішуванні пшеничного борошна і фаршу з розміром частинок не більше 325 мкм в співвідношенні 70:30 додають воду, доводять до вологості 27-28%. Після чого суміш пресують шнеком через матрицю, вібруючу під впливом ультразвукового випромінювача. Таким чином, даний спосіб виробництва забезпечує зниження витрат на виготовлення макаронних виробів, збільшення терміну придатності та розширення асортименту макаронних виробів з підвищеним вмістом вітаміну А [11].

В Японії в тісто для локшини вводять 1-2% порошку, одержуваного при сушінні вареного жирного м'яса або шкіри курчат, свиней, корів. У цьому випадку одночасно в тісто додають пропіленгліколь, глутамат натрію і поварену сіль. У США для приготування локшини на 100 г борошна додають,

у г: сухий м'ясний екстракт - 0,5; рисове масло - 0,3; емульгатор - 0,02 і поварену сіль [10].

Проте для покращення хімічного складу макаронних виробів зазвичай все ж таки використовують продукти переробки рослинної, зернової сировини.

Бразильські вчені Silva M.L.T. і ін. [12] для збагачення макаронних виробів використовували проростки люцерни, амаранту, конюшини, броколі, квасолі, редису. Відзначено підвищення вмісту золи і клітковини, збільшення втрати сухих речовин при варінні і зростання часу приготування. Рекомендоване дозування 10% від маси основної сировини.

В якості добавки в макаронне тісто в роботі [13] розглядається зерновий і овочевий амарант. Було виявлено, що додавання в макаронне тісто продуктів переробки амаранту овочевих і зернових сортів здатне збільшити біологічну цінність готових виробів і, що важливо, зменшити показники мікробіологічного обсіменіння готових макаронних виробів.

Одним із засобів підвищення харчової цінності макаронної продукції є використання рослинної сировини з високим вмістом харчових волокон, адже дана продукція виготовляється із збідненого на клітковину високосортного борошна. Крім того, в раціоні харчування більшості українців спостерігається дефіцит харчових волокон, що негативно позначається на стані організму людини. Необхідність підвищення кількості клітковини у продуктах обумовлено її фізіологічним значенням, яка сприяє зменшенню ймовірності виникнення інсульту, виведенню токсинів, радіонуклідів та тяжких металів. Споживання продуктів з підвищеним вмістом харчових волокон сприятливо впливає на мікрофлору кишківника, зменшує відчуття голоду тощо. Так, для підвищення біологічної цінності макаронних виробів з борошна вищого сорту завдяки збагаченню їх харчовими волокнами авторами запропоновано використовувати гречану клітковину. Її отримують з побічних продуктів переробки круп'яного виробництва, а саме з плодових оболонок, в яких міститься найбільша кількість поживних та корисних речовин для організму людини. Додавання гречаної клітковини у кількості 30 % до борошна при виробництві макаронних дозволить забезпечити добову потребу у харчових волокнах [14, 15].

У дослідженні авторів Аптрахімова Д.Р., Смольнікова Ф.Х. [16] представлена порівняльна характеристика рослинних компонентів, які

використовувались у розроблених авторами макаронних виробів за вмістом в них білків, жирів, вуглеводів, харчових волокон, вітамінів, макро- і мікроелементів. Досліджували пшеничне, гречане і лляне борошно. Гречане і лляне борошно характеризуються значимо вищими показниками як харчової, так і біологічної цінності, ніж пшеничне борошно. Авторами відзначено, що вітаміни і мінерали представлені в гречаному борошні більш широко.

Використання продуктів переробки насіння льону при виготовленні макаронних виробів досліджувалось ще рядом науковців.

У роботі І.А. Долматова та ін. для збільшення біологічної цінності макаронної продукції і надання їм лікувально-профілактичних властивостей описані, результати досліджень часткової заміни пшеничного борошна вищого гатунку на борошно з насіння льону. Білки лляного борошна істотно перевершують білки пшениці за амінокислотним складом, клітковини в лляному борошні міститься до 30% від загальної маси. Також лляне борошно містить мінеральні речовини і вітаміни в легкозасвоюваній формі [17]. Додавання лляного борошна в рецептуру макаронного тіста також сприятиме розширенню асортименту продуктів харчування з високою харчовою і біологічною цінністю для масового споживача [18, 19].

Доведено доцільність додавання до макаронних виробів порошку фукуса і лляного борошна в рецептуру макаронних виробів. Оптимальне дозування порошку фукуса і лляного борошна в рецептурі макаронних виробів - 8% від маси борошна. Встановлено, що при додаванні в макаронні вироби порошку фукуса і лляного борошна у виробах підвищується вміст мінеральних речовин і вітамінів, а саме вітамін С (аскорбінова кислота), β-каротину, також мікро- і макронутрієнти - йод, кальцій, магній, фосфор, залізо, цинк [20].

Було встановлено, що збагачення макаронних виробів гарбузовим пюре, насінням льону дозволяє отримати макаронну продукцію з високим коефіцієнтом харчової ефективності, що забезпечує задоволення добової потреби в залізі, магнії, фосфорі і інших нутрієнтів більше, ніж на 15%. Розроблена продукція може бути рекомендована для систематичного включення в раціони з метою поліпшення нутрієнтного профілю та профілактики захворювань [21].

Авторами [22] було запропоновано використовувати для збагачення макаронних виробів борошно зі макухи насіння кунжуту. При використанні

10-20% борошна зі макухи кунжуту макаронна продукція збагачується повноцінним білком, вітамінами і мінеральними речовинами і не викликає істотних змін в ході технологічного процесу, а саме не робить істотного негативного впливу на клейковину пшеничного борошна: тісто після замісу мало необхідну консистенцію, а вміст клейковини і гідратаційна здатність, що сприяють кращій пастифікації і пластичності тіста, поліпшувалися.

Н. Л. Наумова, Д. Г. Лігостаєв досліджували доцільність використання для виробництва макаронних виробів такої нетрадиційної рослинної сировини: соєве, горохове, сочевичне борошно, вівсяне борошно. Її використовували окремо або в поєднанні з рисовим, тритикалевим, гречаним, ячмінним, кукурудзяним борошном, люпином, ядрами насіння соняшника для підвищення харчової, в тому числі мінеральної, цінності продукції. Встановлено, що ліквідація дефіциту мінеральних речовин в харчовому раціоні людини знижує тривалість захворювань в 2-3 рази, загальну захворюваність - на 20-30%.

Вивчалася технологічна доцільність використання і змеленого насіння чіа. Вчені прийшли до висновків, що в макаронному борошні і насінні чіа вміст вуглецю вище на 20%, але нижче вміст кисню на 21 і 31% відповідно, ніж в хлібопекарського борошна. У зразках чіа міститься більше кальцію (в 13 разів), калію (у 12 разів), сірки (в 9 разів), магнію (у 6 разів), фосфору (в 4 рази), ніж в традиційному рослинній сировині, і відсутня глобулярний білок, який бере участь в утворенні клейковини.

Клейковина борошна пшеничного з додаванням перемеленого насіння чіа (кількості 7 і 10%) являє собою після відмивання сильно крохкувату, губчастоподібну, незв'язну, роздроблену масу. Додаткове внесення в рецептуру макаронних виробів насіння чіа в кількості 10 і 7% до маси борошна сприяє зниженню вмісту глютену і збільшення мінеральної цінності готової продукції [23].

Для підвищення харчової цінності та поліпшення фізико-механічних характеристик макаронних виробів з додаванням кукумарії запропоновано ввести в рецептуру продукції вівсяне борошно для додаткового зв'язування частинок кукумарії в'язкою масою, що утворюється в результаті розчинення β -глюканов вівса, а також в якості додаткового джерела цінних нутрієнтів [24].

Аргентинські дослідники Milde Laura B., і ін. [25] у своїй роботі вивчили харчову цінність макаронних виробів з крохмалю маніоки і кукурудзяного

борошна (4:1), а також молока, яєць, солі і ксантанової камеді. Аналіз хімічного складу показав високий вміст харчових волокон. Отримані макаронні вироби рекомендуються в дієтах з високим вмістом клітковини.

Для підвищення харчової і біологічної цінності макаронних виробів автори [26] пропонують використовувати в якості основної сировини борошно цільнозернове з полби, а як додаткова сировина запропоновані гречане борошно, порошки броколі і селери. Обрані компоненти характеризуються високим вмістом білка, харчових волокон, вітамінів. У броколі і селері встановлено високий вміст мінеральних речовин і вітамінів С, К, β -каротину.

Цільнозернове полб'яне борошно обрано в якості основної сировини. Полба - зернова культура з низьким глікемічним індексом ($GI = 40-50$), високим вмістом білка. У полби містяться речовини, які нормалізують жировий обмін, тому вона рекомендується дієтологами для раціону людей з надлишковою масою тіла / ожирінням [27, 28].

Автори статті [16] досліджували хімічний склад жита, пшениці, полби, а також хлібобулочні та макаронні вироби з них. Дослідниками доведено важливість використання цільнозернового борошна.

У роботах сербських вчених [29, 30] досліджені реологічні властивості тіста з цільнозернового борошна різних сортів полби та оптимізовано склад тіста для макаронного виробництва. Словацькі вчені *Wojanska T., Frančakova H.* опублікували в роботі [30] результати досліджень хлібопекарських властивостей п'яти сортів полби, отримані хороші результати. Італійські вчені *Marconi E., et al.* [31] вивчили властивості борошна трьох генотипів полби з високим і низьким вмістом білка для виробництва спагетті. В роботі канадських авторів *Abdel-Aal E-S., et al.* [32] описані результати дослідження харчових властивостей цільнозерновий борошна полби. Різновидністю полб'яних культур є спельта. Яку доцільно використовувати для підвищення харчової цінності борошняних виробів, зокрема макаронних виробів.

1.1.3 Переваги використання спельти при виробництві макаронних виробів

Борошно зі спельти є цінною сировиною для підвищення харчової цінності і біологічної цінності виробів [33].

Спельта (*Triticum spelta* L.) – це стародавня зернова культура роду пшениць, яку вирощували пращури з 5-го тисячоліття до нашої ери на території сучасної Європи. Спельта відноситься до полбових пшениць, тобто групи видів із плівковим зерном і ламкими колосками. Вона була важливою зерновою культурою, продуктом харчування в епоху Середньовіччя в більшості країнах Європи [34]. Спельта є гіпоалергенною і більш природною для організму людини, ніж звичайна пшениця. На думку вчених [35, 36], глютен борошна спельти є не таким агресивним алергеном, як глютен пшениці. Тож, спельта краще сприймається організмом людини. Борошно з сучасних сортів пшениці і інші продукти з неї, внаслідок постійних селекційних змін, спрямованих на покращення її хлібопекарських, макаронних властивостей, може викликати алергічні реакції. Можливо тому, що організм людини ще не встиг пристосуватися до засвоювання змінених селекцією харчових речовин пшениці [37]. Враховуючи цей факт спельта останнім часом привертає все більше уваги і популярність її зростає у різних країнах світу.

Зважаючи на особливості зернівки спельти, дещо ускладнене виготовлення з неї сортового борошна. Втім, за зімічним складом більш цінним є саме борошно грубого помелу з цільнозмеленої спельти, що отримують в процесі перемелювання цілого зерна. Адже у цільнозерновому борошні спельти зберігається увесь вітамінно-мінеральний склад, який в більшій мірі зосереджений в оболонці зернівки, та який втрачається при переробці зерна при виготовленні борошна вищого сорту – відсутній.

Спельта цінується за високий вміст білків - вміст білка в спельті доходить до 19,5%. Її білки містять близько 20% білкових глобулінів [38, 39].

Для встановлення доцільності використання нетрадиційного цільнозернового борошна спельти для підвищення харчової і біологічної цінності макаронних виробів проаналізували хімічний склад спельти (табл. 1.1) та зробили порівняльну оцінку з борошном пшеничним.

Розглянемо докладніше особливості харчової цінності спельти. Засвоюваність білків спельти - 80,1%, пшениці - 78,9%. У порівнянні з пшеницею, спельта має в середньому на 30 - 60% вищий вміст Fe, Cu, Mg, P, K, Zn, Se [38].

У зерні спельти міститься в 2,5 рази більше клітковини, ніж у зерні пшениці. Роль клітковини в харчуванні велика. Клітковина також, як і пектин

і пектинові речовини, знижує рівень холестерину в крові, стимулює кишкову перистальтику, виводить з організму канцерогени, підсилює секрецію кишкових залоз і надає їжі обсяг, що викликає відчуття ситості [33].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад борошна з цільнозмеленого зерна пшениці та спельти, % на СР [40]

Складові	Борошно з цільнозмеленого зерна	
	Пшениці	Спельти
Білки, г	13,67	17,46
Жири, г	2,01	3,17
Вуглеводи	81,73	75,92
в т. ч. крохмаль, г	62,98	52,49
цукри, г	3,94	3,62
Харчові волокна, г	12,31	14,34
в т. ч. клітковина, г	3,3	2,1
пентозани, г	4,81	4,05
Зола, г	1,62	1,37
Мінеральні речовини мг/100г		
калій, мг/100г	302	391
кальцій, мг/100г	44	50
магній, мг/100г	102	140
фосфор, мг/100г	314	358
залізо, мг/100г	4,31	4,57
мідь, мг/100г	0,44	0,48
цинк, мг/100г	1,97	3,09
Вітаміни		
В1 (тіамін), мг/100г	0,43	0,39
В2 (рибофлавін), мг/100г	0,13	0,16
РР (ніацин), мг/100г	4,9	6,5
В5 (пантотенова кислота)	0,49	0,96
Вс (фолацин), мкг/100 г	39	42
Е (токоферол), мг/100г	2,71	2,86
К (філохінон), мкг/100г	1,92	3,71

Білок клейковини містить 18 незамінних для організму амінокислот, 6 з яких не можуть бути отримані з тваринною їжею. Так само спельта багата вітамінами: ніацином, Е, В1, В2, які необхідні для роботи нервової системи, обміну речовин і здоров'я шкіри. До складу спельти особливі розчинні вуглеводи - володіють здатністю зміцнювати імунну систему, подібну дію мають деякі лікарські трави, наприклад, іван-чай. Крім цього, спельта дуже легко і швидко засвоюється організмом [33].

За даними ряду досліджень [41] спельта перевершує звичайну пшеницю за вмістом харчових волокон, однак має меншу кількість клітковини і більше розчинних харчових волокон в порівнянні з пшеничним борошном. Харчові волокна спельти здатні знизити загальний рівень холестерину, в т.ч. рівень ліпопротеїдів низької щільності, а також володіють високими пребіотичними властивостями [42].

Споживання спельти та продуктів переробки з неї знижує загрозу виникнення онкологічних і серцево-судинних захворювань. Роль спельти в зниженні ризику цих захворювань людства пояснюється високим, у порівнянні з іншими обробленими видами пшениці, вмістом клітковини в борошні [43].

Регулярне вживання в їжу продуктів зі спельти сприяє зміцненню імунітету, нормалізації рівня цукру в крові, поліпшенню роботи серцево-судинної, ендокринної, нервової, травної та репродуктивної систем, знижує ризик розвитку анемії, інфекційних та онкологічних захворювань. Особливо корисна спельта людям, що страждають від зайвої ваги: в її складі присутній вітамін В6, який сприяє нормальному засвоєнню жирів і виведення з організму зайвого холестерину [44].

Для обґрунтування можливості і доцільності використання борошна зі спельти при виробництві макаронних виробів необхідно також проаналізувати наявні дані про його технологічні властивості і досвід використання при виготовленні борошняних виробів.

Відомо, що борошно зі спельти відрізняється високим вмістом клейковини - в середньому 40%, але за якістю вона може бути оцінена, як слабка [45]. В спельті, в порівнянні з традиційною пшеницею, більше гліадину і менше глютеніна. Внаслідок цього клейковина, яку вони утворюють, м'яка і менш пружна, але завдяки цьому краще перетравлюється людиною. За вмістом проламінів спельта також поступається пшениці [46, 47].

Зважаючи на відмінності в кількості і якості клейковини білків спельти і пшениці, необхідно розглянути її роль і значення в макаронному виробництві.

Клейковина є білковою речовиною з невеликою кількістю домішок не білкового характеру. Білки клейковини характеризуються високою здатністю вбирати воду і збільшуватися, утворюючи пружний, еластичний студень.

Кількість клейковини в пшеничному борошні залежить від його сорту: пшеничне борошно вищого сорту повинно містити не менше 30%, борошно першого сорту - не менше 28%, другого гатунку - 25%, обойне - 20%.

Про якість сирої клейковини можна робити висновок по її розтяжності: сильна клейковина володіє меншою розтяжністю, ніж слабка.

Важливо пам'ятати, що кількість і якість клейковини позначається на якості макаронних виробів.

Клейковина в макаронному виробництві виконує дві основні функції: є пластифікатором, тобто виконує роль своєрідного мастила, що надає масі крохмальних зерен плинність, і сполучною речовиною, що з'єднує крохмальні зерна в єдину тестову масу. Перше властивість клейковини дозволяє формувати тісто, продавлюючи його через отвори матриці, друге - зберігати додану тісту форму.

Унікальність клейковини полягає також у тому, що сформований при пресуванні тіста клейковини каркас, що утримує масу крохмальних зерен в випресованих сирих виробках і зміцнюючи потім при сушінні виробів, при опусканні в киплячу воду – при варінні виробів, не тільки не розріджується, а навпаки - фіксується, зміцнюється в результаті денатурації клейковини [48].

Формування клейковини в тісті є наслідком особливої взаємодії двох білкових фракцій борошна - гліадин і глютеніна. Основу структури клейковини утворює глютенін, з яким щільно асоційовані молекули гліадин і інших білків, а також деякі небілкові компоненти. Характерні для пшеничного тіста пружність і еластичність обумовлюються наявністю і властивостями глютенінової фракції клейковини, а плинність і зв'язаність тіста визначає гліадинова фракція [48]. Найбільшою міцністю тісто володіє при вмісті в борошні 28-32% сирої клейковини.

Деякі різняться думки дослідників щодо вимог до якості клейковини. Наприклад, на думку ряду науковців [49] для виготовлення макаронних виробів не варто застосовувати борошно з слабкою клейковиною, яка не

зберігає їх форму при сушінні, що призведе до значних економічних втрат. Липка, сильно тягуча клейковина збільшує пластичність і знижує міцність і пружність сирих виробів. Вироби, вироблені з борошна з недостатньо еластичною, рихлої, короткорваною клейковиною, мають підвищену шорсткість, в сирому вигляді при пресуванні схильні до обривів, при сушінні і зберіганні утворюють багато лому і крихти. При вмісті понад 40% сильної за якістю клейковини отримують дуже пружне і щільне тісто. Таке тісто вимагає збільшення витрати енергії на пресування, для варіння потрібно більш тривалий час, а готові вироби мають гумоподібну структуру [50].

Інші науковці стверджують, що для макаронного виробництва найціннішою фракцією є гліадин: саме його наявність і властивості визначають текучість і зв'язаність тіста. Глютенін ж обумовлює необхідну пружність і еластичність сирих макаронних виробів. Крім того, близько 80% ліпідів борошна формують пов'язані і міцно зв'язані комплекси саме з глютеніновою фракцією білка, які оберігають каротиноїди від окислення.

Також одним з найбільш важливих показників якості макаронного борошна є її крупність, яка має суттєвий вплив на фізичні властивості тіста і міцність готових виробів.

Довгий час серед вчених і дослідників панувала думка, що кращою є порівняно велика макаронна крупка. Так, один з основоположників теорії макаронного виробництва, В.В. Лук'янов, вважав, що чим більше частки борошна, тим більше зв'язаним виходить тісто, тим міцніше готові вироби, пояснюючи це тим, що в умовах нестачі вологи клейковинні білки виходять більш грубими, товстими, менш пластичними, відрізняються меншою зклеюючої здатністю і в результаті виявляються нездатними зв'язати всю масу крохмальних зерен борошна тонкого помелу в монолітну систему «білок-крохмаль», а це призводить до появи грубошорохуватої поверхні і зниженою міцністю макаронних виробів [48].

В той же час за думкою інших науковців [48] дуже великі частки крупки, розміром 400...500 мкм, не встигають повністю просочитися вологою під час замісу тіста і зберігають свою індивідуальність при пресуванні.

Крім того, знижена водопоглинальна здатність великої макаронної крупки, незважаючи на високий вміст білка, пов'язана з ускладненим поглинанням вологи крохмалем, тому що волога до нього проникає через клейковинні нитки, що до нього прилягають, які, збираючи воду, важко

віддають її крохмалю. Зі збільшенням пошкодженості крохмальних зерен водопоглинальна здатність борошна зростає. Проте пошкодження великої частки крохмальних зерен може привести до погіршення структури тіста [48].

Наявні відомості про технологічні властивості борошна, отриманого зі спельти, свідчать, що воно володіє низькою водопоглинальною здатністю, а тісто зі спельтового борошна - має високе відношення пружності до його розтяжності [51, 52, 53]. Макаронне тісто з суміші борошна м'якої пшениці і спельти виходить пластичним, що складається із дрібних грудочок, які добре проходять витки шнека. Дослідниками відзначено поліпшення таких важливих властивостей макаронного тіста, як структурно-механічні та фізико-хімічні. Крім того, відзначено позитивний вплив на вміст клейковини і її гідратаційну здатність, що забезпечує кращу пластифікацію і пластичність макаронного тіста [51, 53].

За «силою» клейковина спельти відноситься до слабких. За технологічними (варильні, борошномельним, хлібопекарським) властивостями, на думку авторів [43], наближається до борошна, отриманого з твердих сортів пшениці, а по якості перевершує борошно пшеничне.

Отже борошно зі спельти є цінною харчовою сировиною для використання на підприємствах харчової промисловості, громадського харчування і торгівлі для виробництва борошняних композитних сумішей, хлібобулочних, кондитерських і макаронних виробів [43]. Наявність значної кількості клейковини, хоч і більш слабкої, порівняно з клейковиною борошна із сучасних сортів пшениці, свідчить про доцільність розглядати борошно зі спельти як сировину для виробництва макаронних виробів.

Таким чином, дослідження, спрямованні на подальші вивчення технологічних властивостей борошна з ціЛЬНОЗМЕЛеної спельти, встановлення його впливу на властивості напівфабрикатів та якість макаронної продукції є актуальними та дозволять розширити асортимент макаронних виробів і підвищити їх харчову цінність.

Мета і завдання дослідження

Метою роботи є визначення доцільності використання борошна з ціЛЬНОЗМЕЛеної спельти при виробництві макаронних виробів підвищеної харчової цінності.

Згідно поставленої мети вирішувались наступні завдання:

- На основі аналізу літературних джерел та патентів проаналізувати сучасний стан та перспективи розвитку макаронної промисловості України; досвід виробництва макаронних виробів з підвищеною харчовою цінністю; переваги використання спельти при виробництві макаронних виробів;
- Встановити вплив заміни 25, 50, 75, 100 % пшеничного борошна вищого сорту на цільозернове борошно спельти (ЦЗС) на властивості макаронних напівфабрикатів, та зробити порівняльний аналіз зміни характеристик напівфабрикатів у разі заміни борошна вищого сорту на цільозернове борошно пшениці (ЦЗП);
- Проаналізувати фізико-хімічні показники якості, органолептичні та варильні властивості макаронних виробів із цільозернових видів борошна;
- На основі отриманих даних розробити рецептуру для макаронних виробів підвищеної харчової цінності завдяки використанню борошна з цільозмеленої спельти;
- Визначити хімічний склад розроблених у результаті досліджень макаронних виробів та зробити його порівняльний аналіз з продукцією із пшеничного борошна вищого сорту та борошна із цільозмеленої пшениці;
- Виконати технологічні, технічні, техніко-економічні розрахунки для проектування і оцінки економічної ефективності впровадження результатів досліджень у виробництво.

1.2 Об'єкти та методи досліджень

1.2.1 Об'єкти дослідження

Об'єкт дослідження: технологія виробництва макаронних виробів з використанням цільнозернових сортів борошна.

Предмет дослідження: борошно з цільнозмеленої спельти, борошно з цільнозмеленої пшениці, пшеничне борошно вищого сорту, макаронний напівфабрикат (тісто), готові вироби.

Під час проведення досліджень при виробництві макаронних виробів, заміняли пшеничне борошно вищого сорту на борошно з цільнозмеленої спельти у кількості 25 %, 50 %, 75 %, і 100%. Для проведення порівняльного аналізу впливу борошна з цільнозмеленої спельти на властивості напівфабрикатів та якість макаронних виробів також готували зразки, в яких в тій же кількості робили заміну борошна вищого сорту на борошно з цільнозмеленої пшениці.

Технологія виготовлення макаронних виробів із використанням борошна з цільнозмелених спельти або пшениці передбачала наступні стадії:

Дозування сировини, заміс тіста, формування виробів, сушіння, стабілізація, пакування, зберігання.

1.2.2 Характеристика основної та додаткової сировини

У даній кваліфікаційній роботі пропонується підвищення харчової цінності макаронних виробів завдяки використанню борошна з цільнозмеленої спельти.

Для виробництва макаронних виробів використовується така сировина:

Борошно пшеничне вищого сорту (ГСТУ 46.004-99)

Вода питна (ДСТУ 7525:2014)

Цільнозернове борошно із пшениці (ГСТУ 46.004-99)

Цільнозернове борошно із спельти (ТУ У 31659118-004:2019)

1.2.3 Методи досліджень

1.2.3.1. Методи визначення якості сировини

Вологість борошна визначали експрес методом відповідно до методики, наведеної в [54].

Вологість на приладі ВЧ визначають таким чином. Попередньо висушують 2 пакетики на приладі при температурі 160°C протягом 3 хв, переносять їх в ексікатор і охолоджують, після чого зважують. В пакетик поміщують наважку борошна і висушують протягом 5 хв. Після цього пакетики розміщують в ексікатор для охолодження, зважують і за різницею мас наважок до і після висушування визначають кількість вологи, що випарувалась [54].

Розраховують вологість в процентах за формулою:

$$W = ((m_2 - m_1) / m) * 100 \quad (1.1)$$

де m – маса наважки, г;

m_1 - маса пакета з пробєю до висушування, г;

m_2 - маса пакета з висушеною наважкою, г

Кислотність визначаємо методом водневої бовтанки (за ДСТУ 7348:2013). Із проби, відбирають і зважують на технічних вагах 5 г наважки борошна. Наважку висипають в суху конічну колбу місткістю 100-150 см³, в яку потім наливають 50 см³ дистильованої води. Вміст колби негайно збовтують до зникнення грудочок борошна. Частилки борошна, що прилипли до стінок, змивають.

Потім в колбу додають три краплі 1%-го розчину фенолфталеїну і титрують 0,1 н. розчином їдкого лугу до здобуття слабо-рожевого фарбування, не зникаючого, на протязі 20-30 сек. [54].

Кислотність борошна у градусах кислотності виражається об'ємом розчину лугу в см³, що пішов на нейтралізацію кислот у 100 г борошна.

Кислотність X , град, обчислюють за формулою:

$$X = \frac{N * 100 * K}{a * 10} \quad (1.2)$$

де N – об'єм розчину гідроксиду натрія витраченого на титрування, см³
 a - наважка макаронних виробів, г;

10 - коефіцієнт приведення розчину гідроксиду натрія малярної концентрації 1,0 моль/дм³

K - поправочний коефіцієнт приведення використаного розчину гідроксиду натрію до розчину точної малярної концентрації 1,0 моль/дм³.

Кінцевий результат виражають, як середнє арифметичне з двох паралельних вимірів. Розбіжність між двома паралельними визначеннями допускається стандартом не більше 0,2 град.

Визначення кількості сирої клейковини проводили методом, заснованим на відмиванні водою вручну сирої клейковини з тіста, замішаного з 25 г борошна і 13 см³ води, після 20 хв його відлежування при температурі 18±2°C, відповідно до наведеної у [54] методики.

Кількість сирої клейковини G_{сир. клейк} (у %) визначають формулою:

$$G_{\text{сир. клейк}} = m_{\text{клейк}} \cdot 100 / G_{\text{б}} \quad (1.3)$$

де $m_{\text{клейк}}$ – маса сирої клейковини, г;

$G_{\text{б}}$ - наважка борошна, г.

Визначення якості сирої клейковини Якість сирої клейковини оцінюють за її пружно-еластичними властивостями за розтяжністю над лінійкою, еластичністю – ступенем і швидкістю відновлення при розтягуванні і пружністю на ІДК відповідно до загальноприйнятих методів [54].

Визначення здатності борошна до потемніння

За «микрою пробою». Борошно ущільнюють на металевій пластинці, яку в похилому положенні поміщають у ємність з водою, що має температуру 40 °С, і витримують доти, доки з борошна припиняться виділятися бульбашки повітря. Після цього пластинку виймають і поміщають в ексикатор, що знаходиться в термостаті з температурою 40 °С. На дно ексикатора повинна бути налита вода. Пластинку витримують у термостаті 30 хв або більше (до 6 год). Через визначений час проводять візуальне порівняння кольору свіжоприготовленої «микрої проби» борошна і витриманої у термостаті при температурі 40 °С [54].

Вологозв'язувальна здатність: визначають наступним чином: у пробірку на 50 мл відважують 5 мл борошна і додають 25 мл води. Закрити пробірку струшують 20 хв, а потім центрифугують при 1000 хв⁻¹ – 15 хв. Розчин декантують. Пробірку с осадом зважують і сушать до постійної маси при 105°C в електрошафі. Пробірку для висушування встановлюють під кутом 45°C. Різниця в масі пробірки із вмістом до та після висушування складе кількість води, утриманої 5 г борошна. Результат виражають у відсотках до маси борошна вологістю 14.5%.

$$ВЗЗ = \frac{m_2 - m_0}{m_1} * 100 \%, \quad (1.4)$$

Де, m_2 – маса порожньої пробірки, г

m_1 – маса наважки борошна, г

m_0 - маса вологої пробірки з борошном, г

1.2.3.2 Методи визначення властивостей напівфабрикатів

Адгезійні властивості макаронного тіста визначають вимірюванням сили відриву твердої поверхні від тіста на тензометричному адгезіометрі. Під адгезією розуміють явище прилипання різних за структурою матеріалів при їх поверхневому контакті, у результаті чого утворюється адгезійний зв'язок. Адгезійна напруга визначається методом нормального відриву пластини від структурованого тіла (тіста) на установці, розробленій в ОНАХТ [54].

Для визначення адгезії рекомендується допустимий в харчовій промисловості матеріал - сталь Ст3.

Порядок роботи на приладі полягає у наступному: макаронне тісто певної маси з визначеною вологістю та температурою поміщають в камеру приладу, пластину опускають на поверхню тіста, на яку встановлюють вантаж масою 400 г. Секундоміром замірюють тривалість контакту (60 с), знімають вантаж, пластину піднімають вертикально вгору та відривають від маси. Визначають зусилля відриву.

Характеристикою адгезії служить сила відриву - P , віднесена до площі контакту - S . Її інакше називають адгезійною міцністю, адгезійною напругою - T .

Питомий опір на відрив визначають за залежністю

$$T = P/S, \quad (1.5)$$

де T - питомий опір на відрив, Па;

P - зусилля відриву, кг;

S - площа контакту харчової маси з огорожуючою поверхнею, м².

Швидкість відриву залишають постійною. Характер відриву повинен бути адгезійний. У випадку когезійного - результат не фіксують.

Структурно-механічні властивості макаронного тіста оцінюють за показниками умовно-граничної напруги зсуву, яка визначається на пенетрометрі АР-4/1. Як тіло занурення використовували металевий конус з кутом при вершині 30°С.

Результати пенетраційних досліджень є об'єктивними характеристиками, що відображають опір матеріалу зминанню і зсуву.

Основною величиною, отриманою при пенетрації, є гранична напруга зсуву, величина якого може бути визначена за формулою Ребіндера 1.6.

$$\tau_0 = \frac{K_{\alpha} \cdot P}{h^2}, \quad (1.6)$$

де h – глибина занурення конуса, м, у пенетрометрі 1 поділлка = 0,1 мм;

K_{α} – константа конуса, яка залежить від кута α при вершині (при $\alpha=30^{\circ}$ С $K_{\alpha}=0,959$).

P – зусилля пенетрації, Н, дорівнює вазі конуса, втулки і системи занурення.

Для визначення граничної напруги зсуву тісто певної маси поміщають на підйимальному столику пенетрометра АР-4/1. Столик піднімають до зіткнення тіста з конусом та натискають на кнопку “Пуск”. Показник приладу фіксують у лабораторних журналах, після чого за формулою розраховують граничну напругу зсуву [54].

Вологість напівфабрикатів визначали висушуванням експрес-методом у паперових попередньо висушених пакетах на приладі ВЧ за температури 160° С протягом 7-10 хв.

Вміст вологи W (%) обчислюють за формулою 1.1. Розбіжності між паралельними визначеннями не повинні перевищувати 0,03% [54].

Кислотність тіста визначали методом титрування водної бовтанки. Наважку тіста або дрібно нарізаного напівфабрикату масою 5 г переносять у конічну колбу, невеликими порціями наливають 50 см^3 дистильованої води, нагрітої до $30-40^{\circ}$ С, розтирають наважку товстою скляною паличкою з гумовим наконечником до утворення однорідної маси. Додають 5 крапель 1%-го розчину фенолфталеїну і титрують 0,1 н. розчином гідроксиду натрію до слабо-рожевого забарвлення, не зникаючого протягом 1 хв [54].

Кислотність X , град, обчислюють за формулою:

$$X = \frac{N \cdot 100 \cdot K}{a \cdot 10} \quad (1.7)$$

Де

N - об`єм розчину гідроксиду натрію, витраченого на титрування, см^3

a - наважка макаронних виробів, г;

10 - коефіцієнт приведення розчину гідроксиду натрію малярної концентрації 1,0 моль/дм³

К - поправковий коефіцієнт приведення використаного розчину гідроксиду натрію до розчину точної малярної концентрації 1,0 моль/дм³.

Кінцевий результат виражають, як середнє арифметичне з двох паралельних вимірів. Розбіжність між двома паралельними визначеннями допускається стандартом не більше 0,2 град.

1.2.3.3 Методи визначення якості макаронних виробів

Визначення вологості проводили експрес-методом відповідно до ДСТУ 7348:2013 висушуванням у висушених і охолоджених паперових пакетах протягом 28 хв на приладі ВЧ за температури 160°C підготовленої наважки подрібнених макаронних виробів.

Розраховують вологість (W, %) за формулою 1.1. Кінцевий результат виражають як середнє арифметичне з двох паралельних вимірів. Розбіжність між двома паралельними визначеннями допускаються не більше 0,2 %.

Кислотність макаронних виробів визначали методом титрування водної бовтанки наважки подрібнених виробів масою 5 г і 50 см³ дистильованої води відповідно до методики, наведеної в ДСТУ7348:2013 та [54].

Кислотність обчислюють за формулою 1.8:

$$T = V * K * \frac{20}{10} \quad (1.8)$$

де V - об'єм розчину NaOH, C=0,1 міль/л, витраченого на титрування, мл.;

K - поправочний коефіцієнт до титру лугу;

20,10 - коефіцієнт для перерахунку відповідно на 10 г виробів і на 1 н. розчину лугу.

Кінцевий результат виражають як середнє арифметичне з двох паралельних вимірів. Розбіжність між двома паралельними визначеннями допускається стандартом не більше 0,2 град.

Визначення варильних властивостей виробів проводили за такими показниками:

- тривалість варіння до готовності;
- кількість увібраної води;
- втрати сухих речовин у воду;

- ступінь злипання.

Для визначення стану виробів після варіння

Із середньої проби відбирають 50-100 г макаронних виробів, кладуть у 500 см³ киплячої води і варять до готовності. Після варіння макаронні вироби переносять на сито, дають воді стекти і визначають збереженість форми і їх злипання між собою.

Тривалість варіння до готовності (ДСТУ 7348:2013) визначають за тривалістю варіння до моменту зникнення борошнистого непровареного шару.

Кількість увібраної води під час варіння. Цей показник характеризується коефіцієнтом збільшення під час варіння маси виробів [54].

Його розраховують за формулою

$$K_{\text{в}} = \frac{M_2 - M_1}{M_1}, \quad (1.9)$$

де M_1 – маса сухих виробів, г;

M_2 – маса виробів після варіння (визначається після зливання варильної води), г.

Втрата сухих речовин (ДСТУ 7348:2013). Кількість сухих речовин, які переходять у варильну воду, виражається у відсотках до маси сухих речовин, які взято на варіння. Для виробів гарної якості вони мають біти не більше 5%.

Відсоток сухих речовин, які перейшли у варильну воду, визначали класичним методом. Відповідну наважку макаронних виробів масою 25-50 г кладуть у каструлю з 10-кратною кількістю води і варять до готовності. Потім варильну рідину зливають у попередньо просушену і зважену на аналітичних вагах фарфорову чашку і випарюють на водяній бані, після чого чашку переносять у нагріту до 100-105°C сушильну шафу і висушують при цій температурі до постійної маси [54].

Органолептична оцінка виробів (ДСТУ 7348:2013): в макаронних виробках визначали колір, стан поверхні, форму, смак, запах, стан після варіння [54].

Колір макаронних виробів, що залежить від якості борошна і додаткової сировини, має бути однотонним кремовим - для вищого сорту з твердої пшениці; чисто білим - для вищого сорту з м'якої пшениці; білий з незначним сіруватим відтінком - для 1 сорту з м'якої пшениці тощо.

Поверхня повинна бути гладкою у виробів з вищого сорту, без помітних крапок і краплин. Вироби повинні мати правильну форму. Вироби повинні бути добре з добре промішаного напівфабрикату (без білих смуг і плям).

Смак визначають до та після варіння. Макаронні вироби повинні мати властивий їм смак та запах, не мати гіркого, кислого або стороннього присмаку, плісняви. Смак макаронних виробів визначають під час розжовування однієї-двох наважок масою по 1 г кожна.

Важливий показник якості макаронних виробів - це стан після варіння. Вони мають бути м'якими, еластичними, не втрачати форми, не злипатися, не утворювати грудок. Варильна вода - ледь каламутна.

Для визначення кольору, стану поверхні, та форми середній зразок макаронних виробів розміщують на гладкій поверхні і розглядають.

Органолептичні показники характеризують згідно з описом у стандарті.

1.2.3.4 Визначення харчової цінності макаронних виробів

Харчова цінність – це комплекс властивостей харчових продуктів, що забезпечують фізіологічні потреби людини в енергії та основних поживних речовинах. Головне джерело енергії для людини – це білки, жири та вуглеводи.

Харчова цінність макаронних виробів визначається також за їх органолептичними властивостями – кольором, смаком, запахом. Готові до вживання макаронні вироби мають високі органолептичні властивості – добрий смак, приємний зовнішній вигляд та ін.

При визначенні хімічного складу (вміст білків, вуглеводів, жирів, харчових волокон, мінеральних речовин, вітамінів) спиралися на хімічній склад сировини [59] і витрати її на 100 г макаронної продукції відповідно до рецептури.

Енергетична цінність продуктів, або калорійність – це кількість енергії, що вивільняється в організмі людини з продуктів харчування в процесі травлення, за умови її повного засвоєння. Енергетична цінність продукту визначається в кілокалоріях (ккал) або кілоджоулях (кДж) в розрахунку на 100 г продукту.

1.3. Результати досліджень

1.3.1 Показники якості використаних видів борошна

При проведенні досліджень для приготування зразків макаронних напівфабрикатів і виробів використовували борошно вищого сорту, борошно з цільнзмеленої спельти (ЦЗС). Для порівняльного аналізу також готували зразки з використанням борошна з цільнзмеленої пшениці (ЦЗП).

Показники якості використаних при проведенні досліджень зразків борошна наведені в табл. 1.2, 1.3.

Таблиця 1.2 – Фізико-хімічні показники якості борошна

Найменування показників	Пшеничне борошно в/с	Цільнозернове борошно пшениці	Цільнозернове борошно спельти
Кислотність, (К, град)	3,2	3,4	3,4
Вологість, (W, %)	14,5	12,6	10,7

Аналіз даних, наведених в табл. 1.2, показав, що показники кислотності знаходяться в нормі, що свідчить про свіжість борошна. Кислотність цільнозернових зразків борошна звісно ж вища, що обумовлено більшим вмістом у борошні високих виходів кислих фосфатів, вільних жирних кислот тощо [40]. Вологість цільнозернового борошна пшениці та спельти дещо нижча порівняно з пшеничним борошном вищого сорту.

Таблиця 1.3 – Показники кількості і якості клейковини зразків борошна

Показники якості	Борошно в/с	ЦЗП	ЦЗС
Кількість сирової клейковини, %	27,4	26	32
Вологість сирової клейковини, %	60,6	60,2	62,0
Пружність клейковини, ІДК, од.приладу	75	75	85
Колір	Світлий з жовтуватим відтінком	Темний з сірувато-коричневим відтінком	Темний з жовтим відтінком
Еластичність	Добра	Добра	Добра
Розтяжність над лінійкою, см	14,0	14,0	19,00
Група якості	I	I	II

Дослідження макаронних властивостей борошна за кількістю і фізичними властивостями клейковини, результати яких наведені в табл. 1.3, показали, що за кількісним вмістом борошно з цільнзмеленої спельти (ЦЗС) характеризується

вищим на 4,6 % клейковини ніж пшеничне борошно в/с та на 6 % порівняно з борошном з цільнозмеленої пшениці (ЦЗП). Проте клейковина борошна спельти більш слабка і розтяжна за пшеничну. Так, за пружністю на ИДК клейковина з пшеничних сортів борошна відноситься до 1-ї групи якості, тоді як зі спельтового борошна – до II-ї групи.

Порівняльний аналіз кольору сирої клейковини цільнозернових сортів борошна (див. Додаток А, рис. А.1) свідчив про більш приємне забарвлення клейковини зі спельтового борошна, яка відрізнялася жовтим відтінком.

Вологозв'язувальна здатність використаного борошна обумовлює подальші властивості напівфабрикатів і швидкість висушування сирих напівфабрикатів. Результати визначення даного показника (рис. 1.1) показали, що більш високою (на 11-14 %) вологозв'язувальною здатністю, звісно ж, характеризувалися цільнозернові сорти борошна внаслідок високого вмісту в них некрохмальних полісахаридів. При цьому дещо менша вологозв'язувальна здатність спостерігалася у борошні з цільнозмеленої спельти, ймовірно, в результаті більшого вмісту жирів, клітковини і пентозанів порівняно з борошном з цільнозмеленої пшениці (див. табл. 1.1).

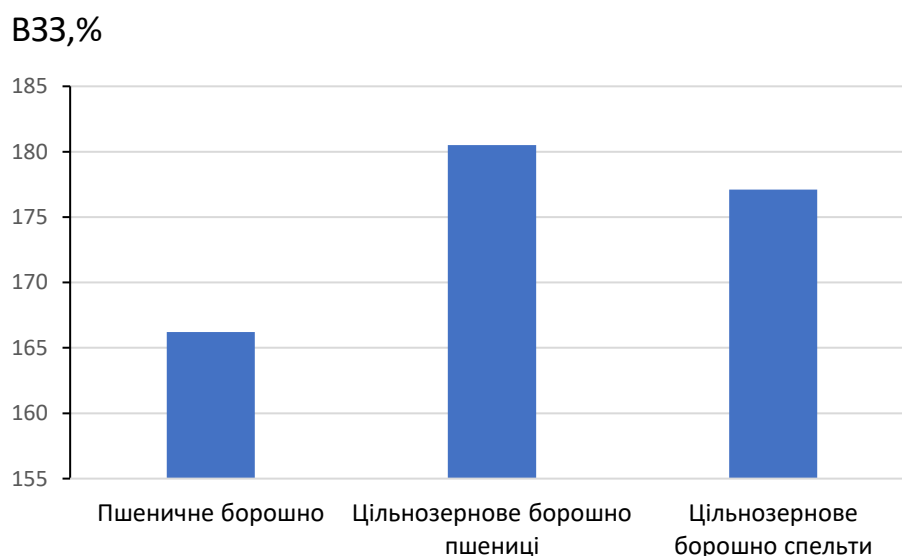


Рис. 1.1. – Вологозв'язувальна здатність досліджуваних зразків борошна

Також провели визначення здатності досліджуваних зразків борошна до потемніння (Додаток А, рис. А.2), яке відбувається внаслідок утворення темнозабарвних сполук – меланінів, що забарвлюють напівфабрикати і вироби в сірий колір. За отриманими результатами можна зробити висновок, що найбільшу здатність до потемніння мало борошно з цільнозмеленої пшениці.

Це, ймовірно, обумовлено вищим вмістом в даному зразку борошна вільної амінокислоти тирозину та активністю ферменту поліфенолоксидази, що міститься в оболонках зерна. Зразки з пшеничного борошна вищого сорту і борошна з цільнозмеленої спельти майже не змінили або незначно змінили свій колір.

1.3.2 Порівняльний аналіз властивостей макаронного тіста при використанні різних видів цільнозернового борошна

При проведенні досліджень для приготування контрольного зразка використовували борошно пшеничне вищого сорту, а при приготуванні дослідних зразків здійснювали заміну 25%, 50%, 75% та 100% борошна вищого сорту на борошно з цільнозмеленої спельти. Для порівняльного аналізу також готували зразки в яких заміняли такі ж відсотки борошна вищого сорту на борошно з цільнозмеленої пшениці.

При дослідженні впливу цільнозернового борошна спельти на властивості макаронних напівфабрикатів визначали зміну фізико-хімічних показників: вологості, кислотності, поверхневих властивостей – адгезійну міцність та структурно-механічних характеристик тіста за граничною напругою зсуву.

Зважаючи на високу водозв'язувальну здатність цільнозернових сортів борошна, збільшували кількість води для замісу тіста з його використанням відповідно до частки цільнозернового борошна в рецептурі не залежно від виду зерна. При розрахунку кількості води вологість тіста з використанням борошна з цільнозмелених спельти або пшениці приймали 29-31 %.

Результати досліджень фізико-хімічних показників якості макаронного тіста (табл. 1.4), свідчать, що збільшення в рецептурі частки цільнозернового борошна спельти незначно відображається на вологості напівфабрикату. Незважаючи на внесення більшої кількості води під час замісу тіста з використанням цільнозернових видів борошна, вологість тіста з ЦБС була навіть меншою, ніж контрольного зразка. В той же час збільшення внесеної при замісі тіста з ЦБП води супроводжувалось підвищенням вологості тіста, та при повній заміні борошна в/с збільшилась на 1,4 %. Така відмінність у зміні вологості тіста в залежності від виду зерна, з якого змелене борошно, можливо обумовлена їх різним хімічним складом, і як наслідок, різним співвідношенням кількості вільної та зв'язаної вологи.

Спостерігається підвищення кислотності напівфабрикатів у разі використання для їх замісу цільнозернового борошна на 0,2-1,0 град. Збільшення кислотності макаронного тіста при внесенні борошна з цільнозмеленої спельти або пшениці обумовлено більшою кислотністю цільнозернового борошна порівняно з пшеничним борошном вищого сорту внаслідок присутності в ньому значної кількості оболонкових і зародкових частинок.

Таблиця 1.4 – Фізико-хімічні показники якості макаронного тіста

Найменування показника	Конт- роль	Масова частка цільнозернового борошна, %							
		25		50		75		100	
		ЦБП	ЦБС	ЦБП	ЦБС	ЦБП	ЦБС	ЦБП	ЦБС
Вологість, %	28,6	29,3	27,5	29,5	27,6	29,8	28,0	30,0	28,2
Кислотність, град	2,4	2,7	2,6	2,6	2,8	3,2	3,0	3,4	3,2

*Цільнозернове борошно пшениці (ЦБП)

*Цільнозернове борошно спельти (ЦБС)

Зміну структурно-механічних властивостей напівфабрикатів при заміні частки пшеничного борошна на цільнозернове борошно спельти та цільнозернове борошно пшениці спостерігали за змінної їх міцності, а саме граничної наруги зсуву (рис. 1.2).

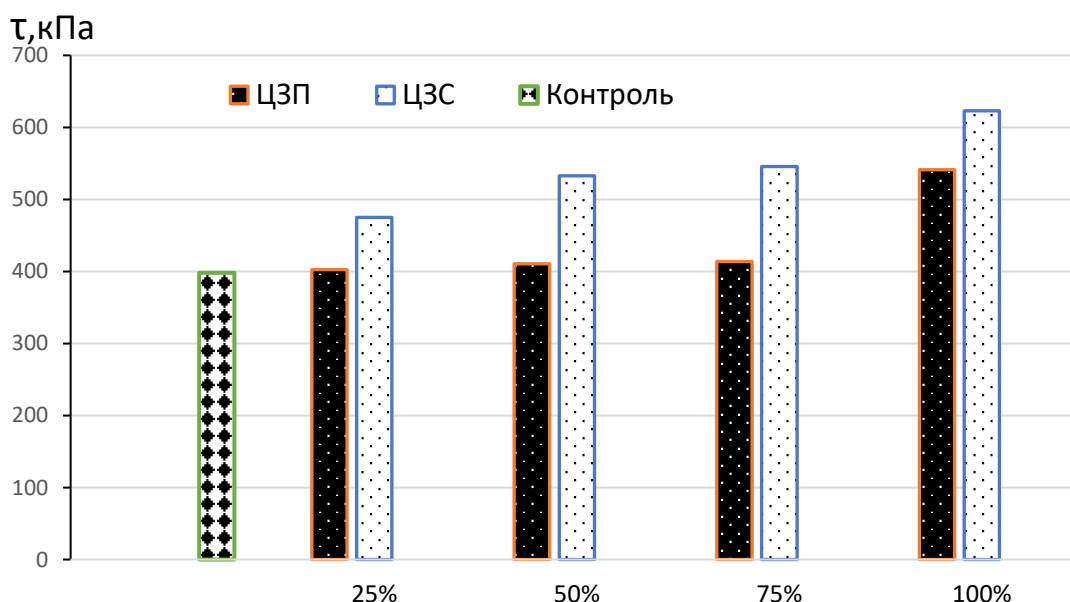


Рис. 1.2 - Зміна граничної наруги зсуву тіста при внесенні цільнозернового борошна

Аналіз отриманих результатів свідчить, що при підвищенні масової частки цільнозернового борошна відбувається збільшення граничної напруги зсуву тіста. Це обумовлено, більш високою його водопоглинальною здатністю порівняно з пшеничним борошном вищого сорту внаслідок значного вмісту в ньому полісахаридів, що призводить до зменшення рідкої фази в тісті. Крім того, збільшення міцності зразків тіста з використанням цільнозернових сортів борошна може бути пояснено і розгалуженою структурою харчових волокон, що супроводжується отриманням напівфабрикатів з більшою міцністю.

Так, заміна 50% пшеничного борошна на цільнозернове борошно спельти (ЦЗС) супроводжується підвищенням міцнісних властивостей тіста на 27 %, а повна заміна пшеничного борошна в/с на цільнозернового борошно спельти призводить до підвищення граничної напруги зсуву на 56,5 % порівняно з контрольним зразком. Щодо порівняльного аналізу впливу борошна з цільозмеленої пшениці (ЦЗП) на властивості напівфабрикатів, воно також збільшує міцнісні властивості тіста. Наприклад, в порівнянні з контролем 50% заміна борошна в/с на борошно з цільозмеленої пшениці обумовлює збільшення граничної напруги зсуву тіста на 3%; повна заміна на ЦЗС – 35,9 %. Проте використання борошна з цільнозернової пшениці призводить до підвищення міцності тіста меншою мірою, ніж у разі використання спельтового. Така залежність може бути обумовлена як дещо меншою вологістю тіста з використанням цільнозернового борошна спельти, так і більшим вмістом, хоч і більш слабкої, клейковини (див. табл. 1.3).

Результати досліджень поверхневих властивостей макаронного тіста (рис. 1.3), які також позначаються на ефективності технологічного процесу показали, що заміна пшеничного борошна вищого сорту на цільнозернові сорти обумовлює зменшення питомого опору на відрив тіста від контактуючої поверхні. Зниження адгезійних властивостей макаронного тіста у подальшому позитивно відобразиться на процесі пресування і розробки сирих макаронних виробів, адже зменшить ступінь їх прилипання до фільтр матриць і робочі поверхні транспортуючих пристроїв і сушильного устаткування.

Встановлено, що більшою мірою зниження адгезійної напруги відбувається при використанні для замісу макаронного тіста борошна з цільозмеленої пшениці. Наприклад, заміна 75 % борошна вищого сорту на борошно з цільозмеленої пшениці супроводжується зменшенням адгезійної

напруги в 1,5 рази, а внесення 75 % борошна з цільзмеленої спельти обумовлює зниження даного показника в 1,2 рази порівняно з контролем.

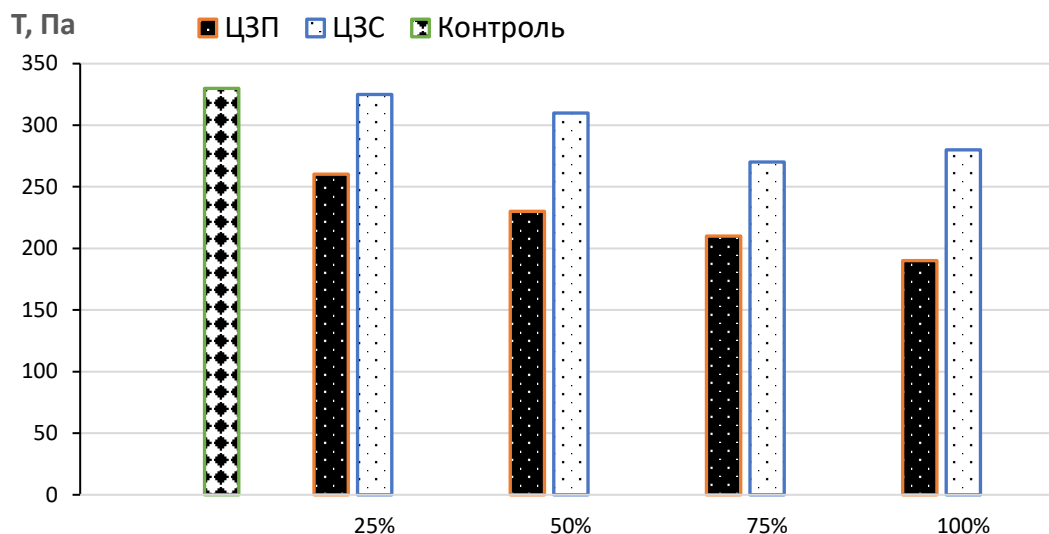


Рис. 1.3 - Адгезійні властивості тіста при внесенні цільнозернового борошна

Проведений аналіз органолептичних властивостей макаронних напівфабрикатів (рис. 1.4) свідчив, що кращими показниками характеризувалися зразки, приготовлені з використанням борошна з цільнозмеленої спельти.

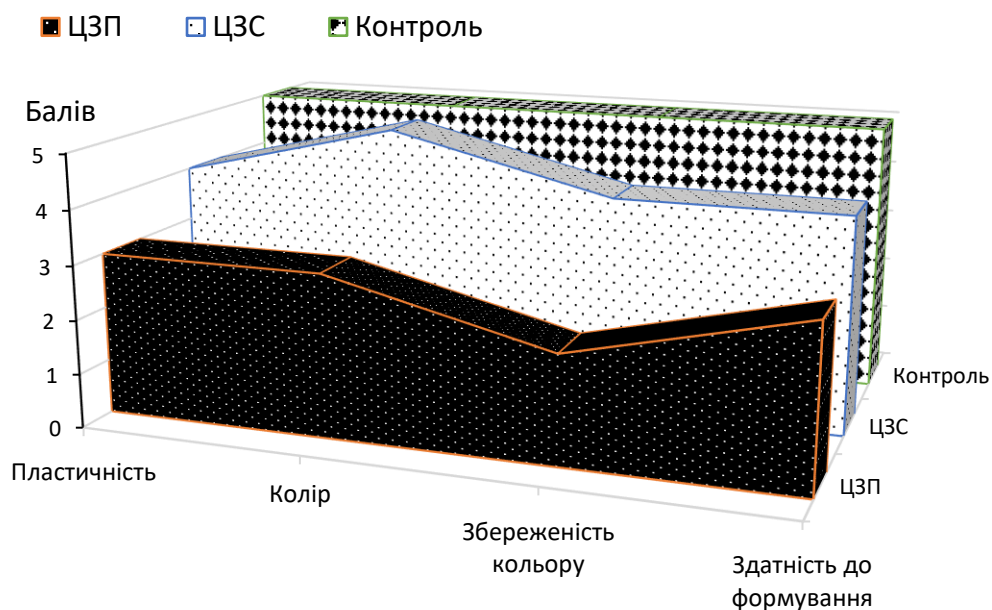


Рис. 1.4 - Органолептична оцінка напівфабрикатів з повною заміною на цільнозернове борошно

При формуванні і розкладанні на сушильні поверхні всі зразки напівфабрикатів макаронних виробів добре зберігали надану їм форму, не прилипали до робочих поверхонь обладнання, не кришилися, мали однорідний колір з невеликою кількістю коричневих вкраплень.

Втім використання цільнозернового борошна пшеничного призводило до більшої зміни кольору макаронних напівфабрикатів в ході технологічного процесу, ймовірно, внаслідок його більшої здатності до потемніння.

Макаронні напівфабрикати з використанням борошна з цільнозмеленої спельти відрізнялися приємним кремовим забарвленням, кращою пластичністю тіста, піддатливістю при формуванні, що можливо обумовлено більшим вмістом менш пружних клейковинних білків. Колір напівфабрикатів зі спельтовим борошном практично не змінювався при їх витримуванні протягом тривалого часу, а тим більше під час замісу і в початковому періоді сушіння.

Отже, за органолептичною оцінкою напівфабрикатів, більш вдалий зразок з цільнозмеленого борошна спельти: тісто пластичне, отримані сирі вироби правильної форми і приємного тепло-коричневого відтінку.

1.3.3 Показники якості макаронних виробів

Якість готових макаронних виробів оцінювали за органолептичними, фізико-хімічними показниками і варильними властивостями.

Фізико-хімічні показники якості використаних при проведенні досліджень зразків борошна наведені в табл. 1.5.

Таблиця 1.5 – Фізико-хімічні показники якості макаронних виробів

Найменування показника	Контроль	Масова частка цільнозернового борошна, %							
		25		50		75		100	
		ЦЗП	ЦЗС	ЦЗП	ЦЗС	ЦЗП	ЦЗС	ЦЗП	ЦЗС
Вологість, %	12,4	12,5	12,1	12,6	12,1	12,7	12,2	12,9	12,3
Кислотність, град	3,0	3,2	3,0	3,6	3,4	3,9	3,8	4,0	3,8

За отриманими результатами визначень даних показників якості макаронних виробів можемо зробити такий висновок, що вологість і кислотність виробів знаходиться в допустимих межах. Проте кислотність виробів з використанням цільнозернового борошна вища за контрольний

зразок на 0,2-1,0 град. Це може бути обумовлено, звісно, як більш високою кислотністю вихідної сировини так і різною інтенсивністю протікання біохімічних процесів в ході технологічного процесу. В той же час більш низькою кислотністю відрізнялися зразки макаронних виробів зі спельтового борошна, яка більш наближена до контрольного зразка порівняно з виробами з використанням ЦЗП. Щодо вологості, ми прослідковуємо таку тенденцію – зі збільшенням частки цільнозернового борошна зростає і вологість готових виробів, яка є більш високою для зразків з цільнозерновим пшеничним борошном, що, можливо, пояснюється її більш високою водозв'язувальною здатністю.

Варильні властивості є важливими показниками якості макаронних виробів, що визначають споживчу прийнятність. Проведені визначення варильних властивостей досліджуваних зразків макаронних виробів (табл. 1.6) свідчать, що зі збільшенням частки цільнозмеленого борошна у рецептурі зростає і кількість увібраної води під час варіння, більша різниця показників між контролем та виробами з цільнозмеленого борошна пшениці. Коефіцієнт збільшення маси підвищується у разі використання для виготовлення виробів борошна з цільнозмеленої пшениці в 1,2 рази, тоді як приготування виробів з борошна цільнозмеленої спельти супроводжується його підвищенням в 1,1 рази. Втім відомо, що макаронні вироби гарної якості повинні мати значення цього коефіцієнта в межах 1,5-2,5, що вказує на добру якість всіх зразків макаронних виробів.

Таблиця 1.6 – Варильні властивості макаронних виробів

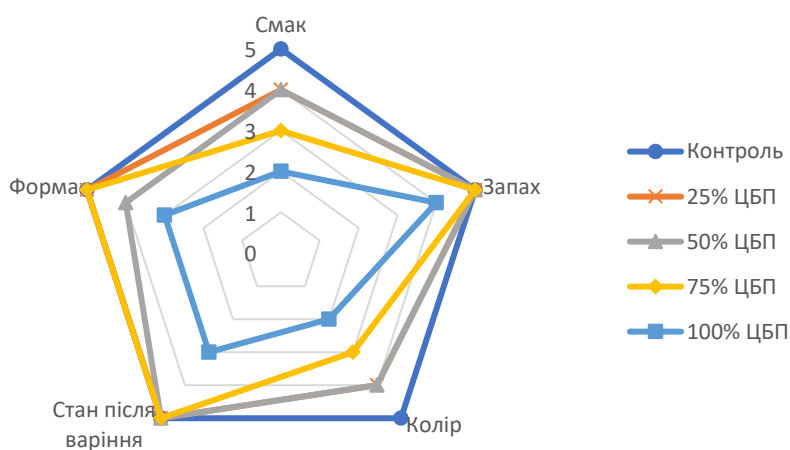
Найменування показника	Контроль	Масова частка цільнозернового борошна, %							
		25		50		75		100	
		ЦЗП	ЦЗС	ЦЗП	ЦЗС	ЦЗП	ЦЗС	ЦЗП	ЦЗС
Тривалість варіння, хв	5	6	6	7	8	8	7	10	10
Коефіцієнт збільшення маси	1,5	1,6	1,5	1,7	1,5	1,75	1,6	1,75	1,62
Втрати СР у варильну воду, %	3,5	4,1	3,5	4,8	4	5,5	4	6	4,5

Дослідження варильних властивостей також показали необхідність збільшення тривалості варіння макаронної продукції при підвищенні в рецептурі масової частки цільнозернових сортів борошна, що можливо

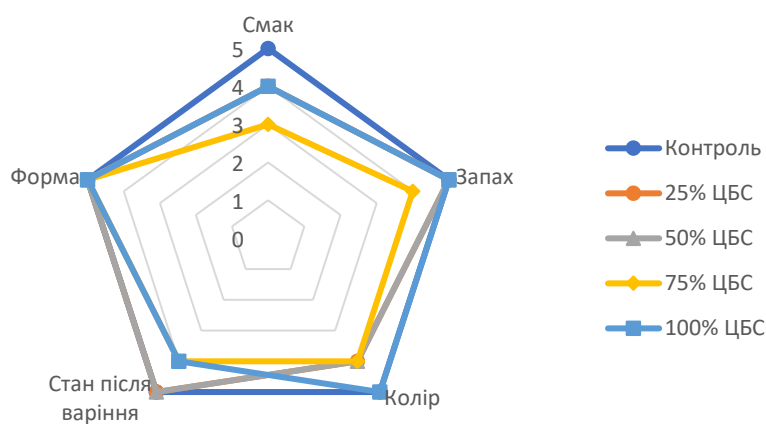
обумовлено наявністю у даних видах борошна значної кількості харчових волокон. Збільшення їх, ймовірно, уповільнює гідратацію колоїдами води під час варіння виробів і, як наслідок швидкість денатурації білків і клейстеризації крохмалю.

Отримані значення втрат сухих речовин при варінні досліджуваних зразків знаходилися в діапазоні від 3,5 до 6%, тобто не більше 6%. Щодо втрат сухих речовин у варильну воду, необхідно також зазначити, що у макаронних виробів із борошна ціЛЬНОЗМЕЛеної пшениці вони більші за втрати сухих речовин при варінні макаронних виробів із борошна ціЛЬНОЗМЕЛеної спельти. Це може бути обумовлено наявністю більшої кількості клейковинних білків у спельтовому борошні, що утворюють більш розвинений клейковинний каркас, краще утримують крохмальні зерна і не дають їм перейти в варильну воду.

У роботі, була проведена органолептична оцінка зразків макаронних виробів з заміною 25%, 50%, 75%, 100% борошна пшеничного вищого сорту на ціЛЬНОЗЕРНОВОЕ борошно спельти або пшениці (рис. 1.5).



а)



б)

Рис. 1.5. Профілограма органолептичної оцінки макаронних виробів з ціЛЬНОЗЕРНОВОГО борошна пшениці (а) та спельти (б)

Оцінка органолептичних показників макаронних виробів, за результатами якої також була побудована профілограма, проводилася за п'ятибальною шкалою. Із наведених даних видно, що наявність борошна з цільнозмеленої спельти і пшениці у макаронних виробках обумовлює зміну їх кольору та стан поверхні.

Аналізуючи органолептичні показники якості досліджуваних зразків макаронної продукції, можна зробити висновок, що вироби зі внесенням 25% цільнозернового борошна спельти до рецептури, мають приємний світло-жовтий колір, зразок 50% мав більш темний колір щодо зразка із заміною борошна на 25%, але приємний відтінок. Зразки із заміною борошна на 75% і повною (100%) заміною на цільнозернове борошно спельти отримали світло-коричневий, близький до кремового, колір. Всі зразки з використанням цільнозернового борошна спельти, за рахунок оболонки, мали ледь шорстку поверхню та добре тримали форму під час варіння, не розварювалися. Вироби з використанням борошна з цільнозмеленої пшениці характеризувалися більш шорсткою і темною поверхнею.

Таким чином, зразки макаронної продукції, виготовлені з борошном з цільнозмеленої спельти характеризувалися достатньо однорідним кольором з кремовим відтінком, приємним смаком і запахом, властивим макаронних виробів і використовуваний сировині. Після варіння вироби не злипалися, добре зберігали свою форму - збереження форми для всіх зразків становило на огляд 100%.

Зважаючи на добру якість макаронних виробів, виготовлених тільки зі цільнозернового борошна спельти, вважаємо за доцільне запропонувати для впровадження зразка виробів саме за цією рецептурою, що дозволить в більшій мірі підвищити харчову цінність макаронної продукції при збереженні її доволі високої якості.

1.3.4 Аналіз харчової цінності розроблених макаронних виробів

Для визначення харчової цінності макаронних виробів і порівняльного аналізу її зміни у разі використання для їх виготовлення замість пшеничного борошна вищого сорту борошна з цільнозмеленої спельти або пшениці було проведено розрахунок хімічного складу та енергетичної цінності макаронних виробів (МВ) з різних сортів борошна.

Результати визначення хімічного складу та енергетичної цінності макаронних виробів наведено в табл. 1.7.

Таблиця 1.7 – Харчова та енергетична цінність макаронних виробів

Склад борошна	Локшина з борошна пшеничного вищого сорту	Локшина з цільозернового борошна пшениці	Локшина з цільозернового борошна спельти
Білки, г	10,9	11,7	14,86
Жири, г	1,3	2,24	2,47
Вуглеводи, г	71	62,55	60,67
у тому числі Харчові волокна, г	3,5	9,46	10,9
Зола, г	0,5	1,53	1,8
Мінеральні речовини, мг			
Na, мг	3,05	7,12	8,1
K, мг	124,07	315,3	395,7
Ca, мг	18,3	39,6	27,5
Mg, мг	16,3	95,6	138,7
P, мг	87,5	341,7	409
Zn, мг	-	2,03	3,3
Cu, мг	-	0,41	0,52
Fe, мг	1,2	4,6	4,53
Mn, мг	-	2,5	3,03
Se, мг	-	-	11,9
Вітаміни, мг			
B ₁ , мг	0,17	0,32	0,36
B ₂ , мг	0,04	0,11	0,11
PP, мг	3,05	7,93	9,22
E, мг	1,5	3,36	0,8
Енергетична цінність, ккал	321,6	301,6	309,3

Аналізуючи хімічний склад та енергетичну цінність даних зразків виробів можна зробити висновок, що вироби з борошна із цільозмеленої спельти мають нижчу енергетичну цінність за рахунок більш низького вмісту швидкозасвоюваних вуглеводів порівняно із виробами із борошна пшеничного вищого сорту, проте в своєму складі мають значно вищий вміст білків, жирів та харчових волокон. Також порівняно з виробами із борошна пшеничного вищого сорту, вироби із цільозмеленого борошна спельти мають значно більше мінеральних речовин та вітамінів у своєму складі.

За своїм складом борошно з цільозмеленої пшениці подібне на

борошно з цільнозмеленої спельти, воно також має багатий мінеральний та вітамінний склад. Проте борошно з цільнозмеленої спельти містить в своєму складі більше білків та жирів, та більший вміст мінералів та вітамінів, а саме К, Mg, P, Zn, Mn, Se, та вітамінів групи В і РР порівняно з цільнозмеленим борошна пшениці.

Більш багатий вітамінний та мінеральний склад спельти можна пояснити її специфічною здатністю - краще за голозерні пшениці поглинати поживні речовини з ґрунту [55].

Ступінь задоволення добової потреби людини при споживанні локшини з цільнозернового борошна спельти та з борошна пшеничного вищого сорту наведено у табл. 1.8.

Таблиця 1.8 Ступінь задоволення добової потреби при споживанні 100 г макаронних виробів

Харчові речовини	Добова потреба	Задоволення добової потреби,%	
		Локшина з цільнозернового борошна спельти	Локшина з борошна пшеничного вищого сорту
Білки, г	80	18,5	13,6
Жири, г	90	3	1,4
Харчові волокна, г	30	37	12
К, мг	3000	13	4,14
Mg, мг	500	28	3,3
P, мг	1000	41	8,7
Zn, мг	15	22	-
Cu, мг	1	52	-
Se, мг	120	10	-
В ₁ , мг	1,4	26	12
В ₂ , мг	1,7	6,5	2,3
РР, мг	300	3	1

За наведеними у табл. 1.8 даними можемо зробити висновок, що заміна при виробництві локшини борошна вищого сорту на борошна з цільнозмеленої спельти підвищує ступінь задоволення добової потреби людини при її споживанні в макро- та мікронутрієнтах, а саме, в білках - на 5%, харчових волокнах – в 3 рази, магнії - у 8 разів, фторі – у 5 разів, вітаміні В₁ - майже в 2 рази, вітаміні В₂ - в 3 рази. Отже за харчовою цінністю макаронні вироби з цільнозернового борошна спельти мають значну перевагу порівняно з продукцією з борошна пшеничного вищого сорту.

Висновки

На основі отриманих результатів досліджень показано доцільність використання цільнозернового борошна спельти для виробництва макаронних виробів підвищеної харчової цінності.

Під час проведення досліджень при виробництві макаронних виробів, заміняли пшеничне борошно вищого сорту на борошно з цільозмеленої спельти у кількості 25 %, 50 %, 75 %, і 100%. Для проведення порівняльного аналізу також готували зразки, в яких в тій же кількості робили заміну борошна вищого сорту на борошно з цільозмеленої пшениці.

Встановлено, що борошно з цільозмеленої спельти і пшениці відрізняється більш низькою вологістю, вищою кислотністю і більшою на 11-14 % вологозв'язувальною здатністю внаслідок високого вмісту в них поверхневих шарів зернівки. Найбільшу здатність до потемніння мало борошно з цільозмеленої пшениці. Борошно з цільозмеленої спельти (ЦЗС) характеризується вищим вмістом клейковини на 4,6 % ніж пшеничне борошно в/с та на 6 % порівняно з борошном з цільозмеленої пшениці (ЦЗП). Проте клейковина борошна спельти більш слабка і розтяжна за пшеничну.

Результати досліджень фізико-хімічних показників якості макаронного тіста, свідчать, що збільшення в рецептурі частки цільнозернового борошна спельти незначно відображається на вологості напівфабрикату, кислотність напівфабрикатів підвищилась.

Показано збільшення граничної напруги зсуву тіста при підвищенні масової частки цільнозернового борошна. Використання борошна з цільнозернової пшениці призводить до підвищення міцності тіста меншою мірою, ніж у разі використання спельтового – повна заміна борошна вищого сорту на ЦЗС супроводжується підвищенням міцністних властивостей тіста на 56,5 %, а заміна на ЦЗП призводить до підвищення граничної напруги зсуву на порівняно з контрольним зразком на 35,9 %.

Заміна борошна вищого сорту на цільнозернові сорти обумовлює зменшення питомого опору на відрив тіста від контактуючої поверхні. Більшою мірою зниження адгезійної напруги відбувається при використанні для замісу макаронного тіста борошна з цільозмеленої пшениці: заміна 75 % борошна вищого сорту на ЦЗП супроводжується зменшенням адгезійної

напруги в 1,5 рази, а внесення 75 % ЦЗС обумовлює зниження даного показника в 1,2 рази порівняно з контролем.

За органолептичною оцінкою напівфабрикатів, більш вдалий зразок з цільнозмеленого борошна спельти: тісто пластичне, отримані сирі вироби правильної форми і приємного тепло-коричневого відтінку.

Визначено, що вологість і кислотність всіх зразків виробів знаходиться в допустимих межах. Збільшення в рецептурі частки борошна з цільнозмеленої пшениці і спельти призводить до подовження тривалості варіння макаронних виробів до готовності, збільшення втрати сухих речовин у варильну рідину і кількості увібраної води. Кращими варильними і органолептичними властивостями серед зразків з різними видами цільнозернового борошна відрізнялися макаронні вироби із борошном з цільнозмеленої спельти, що може бути обумовлено наявністю більшої кількості клейковини у ньому, що утворює більш розвинений клейковинний каркас.

Порівняльна оцінка харчової цінності виробів із борошна пшениці та спельти показала, що вироби із борошна з цільнозмеленої спельти в своєму складі мають більше білків, вітамінів та мінеральних речовин. Ступінь задоволення добової потреби при їх споживанні порівняно з контрольним зразком вище у білках - на 5%, харчових волокнах – в 3 рази, магнії - у 8 разів, фторі – у 5 разів, вітаміні В₁ - майже в 2 рази, вітаміні В₂ - в 3 рази. Отже за харчовою цінністю макаронні вироби з цільнозернового борошна спельти мають значну перевагу порівняно з продукцією з борошна пшеничного вищого сорту.

РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Макаронні вироби - один з найпопулярніших продуктів у нашій країні (близько 96% українців споживають макарони). Цей продукт має високу енергетичну цінність і відмінно підходить як гарнір до будь-якої страви. Ринок макаронних виробів характеризується великим асортиментом як національних, так і імпорتنих брендів. У сегменті представлені товари різних вартісних категорій - від бюджетних до дорогих. [56]

На українському ринку працює багато компаній, що займаються виробництвом макаронів. Серед них можна виділити: компанія «Українські макарони» з торговою маркою «Тая»; Київська макаронна фабрика з ТМ «КМФ»; Маревен Фуд Україна (ТМ «Роллтон»); Макаронна фабрика «МилаМ» з ТМ «МилаМ»; холдинг «Урожай» (входить до складу групи Lauffer); Чумак (ТМ «Чумак»); фірма «Зодіак». У кожному регіоні України є свій лідер. Найбільш популярні торгові марки: «Чумак» - охоплює 17,5% ринку макаронних виробів, «Тая» - 13,6%, «Макфа» - 12,7% [1].

Більшість макаронних виробів у торговельній мережі це вироби з борошна і води, звичайно їх хімічний склад є доволі бідним. Більшість таких виробів, що за «ДСТУ 7043:2009 Вироби макаронні. Загальні технічні умови» відносяться до групи С, виробляється на вітчизняних підприємствах. За результатами дослідження асортименту мережеских супермаркетів було встановлено, що макаронні вироби класів А та Б з твердих сортів пшениці на 85 % представлені імпортованою продукцією. За різними оцінками, макаронні вироби з твердих сортів пшениці перевищують макаронні вироби групи С за поживним складом приблизно у 1,5 рази. [57]

З початку 2019 року спостерігається зниження обсягів виробництва макаронних виробів. Данна ситуація пов'язана з тим, що вітчизняний споживач все більше віддає перевагу імпортній продукції макаронних виробів.

Пшениця є основною сировиною для виробництва макаронних виробів. Низькі ціни на дане зерно на зовнішніх ринках, та прогноз гарного врожаю в світі у 2019 році спровокував падіння цін на елеваторах України.

Щодо макаронних виробів їх вартість залежить від цін на борошно, що виступає основним елементом у виробництві. Зростання цін на сировину стимулює до підвищення цін на продукцію даного сегменту. Тому, незважаючи на велику конкуренцію імпортерів ціни продовжують зростати.

Імпорт макаронних виробів і надалі переважав над експортом (2,52 тис. т до 1,78 тис. т). Вітчизняний споживач віддає перевагу макаронам італійської та азіатської кухні. Наразі основна маса імпорту' - це продукція середнього та преміум класу, вартість яких значно дорожча за українську продукцію.

Головними топ імпортерами макаронних виробів у 2018 році є Італія з часткою 43,5% (1,1 тис. т), Туреччина 27,2% (688 тон), Польща 18.8% (476 тон) та Китай 3.9% (99 тон).

У 2018 вартість імпортованої продукції макаронних виробів становить 28,7 млн. USD), що на 34% більше показника 2017 року (21,4 млн. USD). У січні 2019 року сума імпорту становить 2.0 1 млн. USD. що на 16% більше січня 2018 року [58].

Високі показники імпортованих виробів в Україні, свідчить про те що споживачі стали більш інформовані та вибіркові, віддають перевагу корисній та якісній продукції, незважаючи на її більш високу вартість. Виріс купівельний попит на макаронні вироби із твердих сортів пшениці, а також з додаванням нетрадиційної для макаронних виробів сировини.

Однак в Україні макаронні вироби виробляються, в основному, з хлібопекарського борошна з м'якої пшениці - так як пшениця твердих сортів на території України вирощується в невеликих кількостях. Макаронні вироби мають високу калорійність і невисоку харчову цінність. Вміст мінеральних речовин і клітковини незначний. Тому при виробленні макаронних виробів доцільно застосовувати різні збагачувачі для поліпшення їх біологічної і харчової цінності [4].

Існує ряд розробок щодо поліпшення якості макаронних виробів, за рахунок часткової заміни пшеничного борошна (основної сировини) - на нетрадиційну сировину, поліпшується хімічний склад, а отже, підвищуються харчова, біологічна цінність і функціональні властивості макаронних виробів. Продукцію збагачують вітамінами, мінералами, харчовими волокнами та іншими біологічно активними речовинами. [5].

Таким чином для забезпечення динамічного розвитку харчової промисловості України, зміцнення її конкурентних позицій на вітчизняному та зарубіжному ринках потребує значного збільшення інвестицій, спрямованих на впровадження інновацій, проведення технічного і технологічного оновлення підприємств.

Резюме

На підприємстві в м. Дніпро передбачається випуск такого асортименту продукції: грамофон вищий сорт, локшина спельтова, вермішель павутинка вищий сорт, спагеті вищий сорт.

Основне завдання - розширення асортименту продукції високої якості та функціонального призначення з нетрадиційної сировини, а саме з борошна із цільнозмеленої спельти.

Метою проекту є впровадження технології виробництва макаронних виробів з підвищеною харчовою цінністю з борошна із цільнозмеленої спельти на макаронному підприємстві в м. Дніпро.

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Визначення добової виробничої потужності підприємства і обґрунтування асортименту макаронних виробів

Підбір асортименту макаронних виробів слід проводити відповідно до можливостей основного обладнання і рекомендацій, наведених в інструкції до технологічного проектування підприємств макаронної промисловості. Приблизний відсотковий склад за видами продукції для спеціалізованих підприємств слід приймати, %:

а) в залежності від сорту борошна:

- вироби з борошна першого сорту 25...30

- вироби з борошна вищого сорту 75...70

б) за типом макаронних виробів

- трубчасті (макарони) 40

- ниткоподібні (вермішель) 30...35

- стрічкоподібні (локшина) 5...10

- ріжки, вермішель тонка 8...10

- фігурні (ракушки та ін.) 10...12

в) вироби зі збагачувачами 10...15

На макаронному підприємстві впроваджуємо технологію виробництва локшини спельтової з підвищеною харчовою цінністю з борошна із цільнозмеленої спельти.

Таблиця 3.1. - Асортимент макаронних виробів

Найменування виробів	Відсоткове відношення до групи виробів
Короткі вироби:	
Грамофон вищий сорт	40
Локшина спельтова	10
Вермішель павутинка вищий сорт	20
Довгі вироби:	
Спагеті вищий сорт	30

Технологічний розрахунок доцільно починати з визначення добової виробничої потужності макаронного підприємства, яка визначається виходячи з річної виробничої потужності і річного фонду робочого часу за формулою:

$$P_{\text{доб}} = \frac{P_{\text{річ}}}{T_p}; \quad (3.1)$$

де $P_{\text{доб}}$ – добова потужність фабрики, т;

$P_{\text{річ}}$ – річна потужність фабрики, т;

T_p – річний фонд робочого часу, діб.

$$P_{\text{доб}} = \frac{20000}{304} = 65,79 \text{ т.}$$

Річний фонд робочого часу T_p дорівнює:

$$T_p = T - T_{\text{нр}}; \quad (3.2)$$

де T - загальна кількість днів у році, діб;

$T_{\text{нр}}$ -неробочі дні фабрики, діб.

$$T_p = 365 - 61 = 304 \text{ діб.}$$

Неробочі дні макаронного підприємства встановлюють як суму днів на капітальний ремонт $T_{\text{кр}}$, святкові дні T_c , на профілактику $T_{\text{пр}}$, на саночищення $T_{\text{со}}$, за формулою:

$$T_{\text{нр}} = T_{\text{кр}} + T_c + T_{\text{пр}} + T_{\text{со}}; \quad (3.3)$$

На капітальний ремонт автоматизованих ліній плануємо 28 робочих днів, для профілактики виробничої лінії зупиняють на 1 день, через кожні 12 діб, тобто 22 робочих дні. На сан. очищення планують 3 дні на рік (1-1,5 год на тиждень). Святкові дні - 8 днів.

$$T_{\text{нр}} = 28 + 22 + 3 + 8 = 61 \text{ днів}$$

Після розрахунку добової потужності макаронного підприємства визначають його добову виробничу потужність за групами та видами виробів на основі встановленого або заданого відсоткового співвідношення за формулою:

$$P_{\text{доб.гр}} = \frac{P_{\text{доб}} * C}{100}; \quad (3.4)$$

де $P_{\text{доб}}$ – добова потужність фабрики, т;

C - відсоток групи або виду виробів від загального виробництва, %

Добова виробнича потужність макаронних виробів Грамофон в/с:

$$P_{\text{доб.гр}} = \frac{65,79 * 40}{100} = 26,31 \text{ т/добу}$$

Добова виробнича потужність макаронних виробів Локшина спельтова:

$$P_{\text{доб.гр}} = \frac{65,79 * 10}{100} = 6,58 \text{ т/добу}$$

Добова виробнича потужність макаронних виробів Вермішель павутинка в/с:

$$P_{\text{доб.гр}} = \frac{65,79 * 20}{100} = 13,16 \text{ т/добу}$$

Добова виробнича потужність макаронних виробів Спагеті в/с:

$$P_{\text{доб.гр}} = \frac{65,79 \cdot 30}{100} = 19,74 \text{ т/добу.}$$

Результати розрахунків наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Добова виробнича потужність фабрики

Найменування виробів	Виробнича потужність	
	т/на добу	%
Короткі вироби:		
Грамофон вищий сорт	26,31	40
Локшина спельтова	6,58	10
Вермішель павутинка вищий сорт	13,16	20
Довгі вироби:		
Спагеті вищий сорт	19,74	30
Всього	65,79	100

3.2. Рецептатура та фізико-хімічні і органолептичні показники прийнятого асортименту

Нормативна рецептатура вибраного асортименту макаронних виробів на 100 кг борошна, наведена у таблиці 3.3. Фізико-хімічні та органолептичні показники якості вказаного асортименту повинні відповідати вимогам ДСТУ 7043:2020 Вироби макаронні. Загальні положення.

Таблиця 3.3. Нормативна рецептатура макаронних виробів

Найменування сировини	Кількість сировини, кг	Вологість, %
Короткі вироби: Грамофон вищий сорт		
Борошно вищого сорту	100	14,5
Вода	21,28	-
Короткі вироби: Локшина спельтова		
Борошна із цільнозмеленої спельти	100	14,5
Вода	23,91	-
Короткі вироби: Вермішель павутинка вищий сорт		
Борошно вищого сорту	100	14,5
Вода	20,42	-
Довгі вироби: Спагеті вищий сорт		
Борошно вищого сорту	100	14,5
Вода	25,74	-

Таблиця 3.4. Фізико-хімічні та органолептичні показники якості макаронних виробів

Найменування показників	Короткі			Довгі
	Вермішель павутинка в/с	Грамофон в/с	Локшина спельтова	Спагеті в/с
Органолептичні: Колір	Однотонний з кремовим або жовтим відтінком, відповідний сорту борошна, без слідів непромісу.	Однотонний з кремовим або жовтим відтінком, відповідний сорту борошна, без слідів непромісу.	З кремовим або коричневим відтінком, відповідний сорту борошна, без слідів непромісу.	Однотонний з кремовим або жовтим відтінком, відповідний сорту борошна, без слідів непромісу.
Поверхня	Гладенька. Припускається незначна шорсткість. Злом виробів повинен бути склоподібний.	Гладенька. Припускається незначна шорсткість. Злом виробів повинен бути склоподібний.	Допускається незначна шорсткість поверхні.	Гладенька. Припускається незначна шорсткість. Злом виробів повинен бути склоподібний.
Форма	Відповідає типу виробу. У вигляді вермішелі.	Відповідає типу виробу. У вигляді грамофону.	Відповідає типу виробу. У вигляді локшини	Відповідає типу виробу. У вигляді спагеті.
Смак і запах	Властивий цьому виду виробів, без стороннього присмаку і запаху.			
Стан виробів після варіння	Зварені до готовності вироби повинні зберігати форму, не злипатись, не утворювати грудочок.			
Вологість, % не більше ніж	13	13	13	12
Кислотність, град. не більше ніж	4	4	4	4
Масова частка деформованих виробів, % не більше ніж	2,0	2,0	5,0	4,0
Масова частка крихти, % не більше ніж	2,0	2,0	4,0	2,0
Металомагнітні домішки, мг на 1 кг продукту, не більше ніж	3,0- якщо розміри окремих часточок не більше ніж 0,3мм у найбільшому лінійному розмірі			
Наявність шкідників хлібних запасів	Не дозволено			

3.3. Вибір і розрахунок основного технологічного обладнання

Виробництво всіх груп макаронних виробів в основному здійснюються на потоково-механізованих і автоматизованих лініях.

Підбір основного технологічного обладнання для виробництва кожної групи макаронних виробів здійснюють в залежності від об'єму виробництва (добової виробничої потужності за даною групою виробів) і прийнятого асортименту на основі діючих технічних норм продуктивності обладнання.

Кількість поточкових ліній, необхідних для виробництва виробів кожної групи, розраховується формулою:

$$n = \frac{P_{\text{доб}}}{M_T}; \quad (3.5)$$

де n - необхідна кількість ліній, шт;

$P_{\text{доб}}$ – добова потужність по групах виробів, т;

M_T – технічна норма потужності лінії або обладнання при виготовленні базового асортименту, т/добу.

Виробництво макаронних виробів Грамофон в/с:

$$M_T = 1200 * 23 = 27,6 \text{ т/добу};$$

$$n = \frac{26,31}{27,6} = 0,95 \text{ шт. – приймаємо за 1 лінію};$$

Виробництво макаронних виробів Локшина спельтова:

$$M_T = 1200 * 23 = 27,6 \text{ т/добу};$$

$$n = \frac{6,58}{27,6} = 0,23 \text{ шт. – приймаємо за 1 лінію};$$

Виробництво макаронних виробів Вермішель павутинка в/с:

$$M_T = 1200 * 23 = 27,6 \text{ т/добу};$$

$$n = \frac{13,16}{27,6} = 0,47 \text{ шт. – приймаємо за 1 лінію};$$

Виробництво макаронних виробів Спагеті в/с:

$$M_T = 1000 * 23 = 23 \text{ т/добу};$$

$$n = \frac{19,74}{23} = 0,86 \text{ шт. – приймаємо за 1 лінію};$$

Результати розрахунків наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5. - Розрахунок кількості основного технологічного обладнання

Найменування виробів	Заданна доб. потужність т/добу	нор. обл. пот.один. обл. т/доб	Розр. кін. обл. шт	кін. обл. шт	в.п. т/добу	Коеф. викор. п	Вир. прог. підп. т/доб	Відсот. співвід. С %
Грамофон в/с	26,31	27,6	0,95	2	28,2	0,95	26,79	39,7
Локшина спельтова	6,58		0,23		8	0,85	6,8	10
Вермішель павутинка в/с	13,16		0,47		19	0,7	13,3	19,7
Спагеті в/с	19,74	23	0,86	1	23	0,9	20,7	30,6
Всього	65,79	-	-	3	78,2	-	67,59	100

Відсоткове співвідношення в групі коротких виробів:

$$26,79+6,8+13,3=47,07 \text{ т}$$

$$\text{Грамофон в/с} = 26,97 \cdot 100 / 47,07 = 57\%$$

$$\text{Локшина спельтова} = 6,8 \cdot 100 / 46,05 = 14\%$$

$$\text{Вермішель павутинка в/с} = 13,3 \cdot 100 / 46,05 = 29\%$$

3.4. Складання графіка роботи обладнання. Уточнення добової виробничої програми підприємства

На одній тій самій лінії можуть вироблятися різні види макаронних виробів певної групи. При цьому в залежності від обраного асортименту буде змінюватись і потужність основного обладнання.

Для складання графіка роботи потокових ліній необхідно визначити кількість змін, протягом яких лінія буде зайнята виробництвом виробів окремого виду виробів протягом 12 діб. Кількість змін зайнятості лінії виробництвом кожного виду виробів визначають за формулою:

$$K = \frac{R \cdot n \cdot L}{100}, \quad (3.6)$$

де K - кількість змін зайнятості протягом 12 діб на виробництво виробів окремого виду виробів;

n - кількість одиниць встановлюваного обладнання, шт;

L - відсоткове співвідношення виробів окремої

групи; R - кількість змін протягом 12 діб.

Кількість змін зайнятості лінії виробництвом Грамофон в/с:

$$K = \frac{36 \cdot 2 \cdot 57}{100} = 36 \text{ змін}$$

Кількість змін зайнятості лінії виробництвом Локшина спельтова:

$$K = \frac{36 \cdot 2 \cdot 14}{100} = 10 \text{ змін}$$

Кількість змін зайнятості лінії виробництвом Вермішель павутинка
в/с:

$$K = \frac{36 \cdot 2 \cdot 29}{100} = 26 \text{ змін}$$

Кількість змін зайнятості лінії виробництвом Спагеті в/с:

$$K = \frac{36 \cdot 1 \cdot 100}{100} = 36 \text{ зміни}$$

3.4.1. Уточнення добової виробничої програми фабрики

Визначення фактичної виробничої потужності запроєктованої фабрики по кожному виду виробів здійснюється за формулою:

$$P_{\text{доб}} = \frac{M_T \cdot K \cdot n}{R}, \quad (3.7)$$

де $P_{\text{доб}}$ – добова виробнича потужність, т

M_T – технічна норма потужності лінії або обладнання при виготовленні базового асортименту, т/добу.

K - кількість змін зайнятості лінії протягом 12 днів;

R - кількість змін протягом 12 діб;

n – коефіцієнт використання обладнання.

Визначення фактичної виробничої потужності макаронних виробів Грамофон
в/с:

$$P_{\text{доб}} = \frac{27,6 \cdot 36 \cdot 0,95}{36} = 26,2 \text{ т};$$

Визначення фактичної виробничої потужності макаронних виробів Локшина
спельтова:

$$P_{\text{доб}} = \frac{27,6 \cdot 10 \cdot 0,85}{36} = 6,5 \text{ т};$$

Визначення фактичної виробничої потужності макаронних виробів Вермішель
павутинка в/с:

$$P_{\text{доб}} = \frac{27,6 \cdot 26 \cdot 0,7}{36} = 13,9 \text{ т};$$

Визначення фактичної виробничої потужності макаронних виробів Спагеті в/с:

$$P_{\text{доб}} = \frac{23 \cdot 36 \cdot 0,9}{36} = 20,7 \text{ т}.$$

Результати розрахунків наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 Уточнена добова виробнича програма фабрики

Найменування виробів	Прийнята кількість змін зайнятості лінії, шт	Уточнена виробнича програма		
		т/діб	% до загального виробництва	% до групи виробів
Короткі:				
Грамофон в/с	36	26,2	38,9	56,4
Локшина спельтова	10	6,5	9,7	14
Вермішель павутинка в/с	26	13,9	20,6	29,6
Разом	72	46,6	69,2	100
Довгі:				
Спагеті в/с	36	20,7	30,8	100
Разом	36	20,7	30,8	-
Всього	108	67,3	100	-

За даними таблиці 3.6 будують графік роботи лінії на 12 діб. Враховуючи необхідність наявності виробів у складі готової продукції у повному асортименті, передбачаємо виробництво виробів усіх типів за кожні 6 днів.

Таблиця 3.7 – Графік роботи лінії на 12 діб

Найменування лінії	Дні тижня і зміни																																						
	1-й день			2-й день			3-й день			4-й день			5-й день			6-й день			7-й день			8-й день			9-й день			10-й день			11-й день			12-й день					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
Лінія №1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Лінія №2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	0	0	0	0	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	0	0	0	0	0	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Лінія №3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

* - виробництво Грамофон в/с;

0 - виробництво Локшина спельтова;

/ - виробництво Вермішель павутинка в/с;

+ - виробництво Спагеті в/с.

3.5. Розрахунок виробничих рецептур

У макаронному виробництві в залежності від ряду факторів використовують декілька видів замісу.

В залежності від масово частки (%) води у тісті, що замішується, розрізняють три види замісу:

- 28,0...29,0% - твердий;
- 29,1...31,0% - середній;
- 31,1...32,5% - м'який.

Вологість тіста вибирають у залежності :

- від призначення виробів;
- способу формування;
- виду сушильної шафи;
- типу та сорту борошна.

При використанні борошна з низьким вмістом клейковини бажано використовувати м'який заміс, а якщо клейковина борошна липка, тягуча - твердий.

В залежності від температури води, яку додають при замісі макаронного тіста, розрізняють три види замісу:

- 75...85°C - гарячий;
- 55...65°C - теплий;
- нижче 30°C - холодний.

На практиці використовують найчастіше теплий заміс. Холодний заміс використовують при дуже низькій кількості слабкої клейковини, при наявності теплового борошна і т.д. Передбачаємо температуру води до 40°C адже використовуємо заміс тіста під вакуумом.

За заданою вологістю тіста, борошна, розраховують необхідну кількість води для замісу тіста:

$$G_B = \frac{G_6 * (W_T - W_6)}{(100 - W_T)}, \quad (3.8)$$

де G_6 – дозування борошна, кг

Після визначення кількості води для замісу тіста, необхідно розрахувати її температуру.

Температуру води розраховують за формулою:

$$t_B = \frac{(G_T * t_T * C_T - G_6 * t_6 * C_6)}{G_B * C_B}, \quad (3.9)$$

де G_T – кількість тіста, кг;

t_T – задана температура тіста, °С;

t_6 - температура борошна, °С;

C_T – питома масова теплоємність тіста, кДж;

C_6 – питома масова теплоємність борошна, кДж;

C_B –питома масова теплоємність води складає 4187 кДж.

Необхідна кількість води для замісу тіста на Грамофон в/с (середній заміс)

$$G_B = \frac{100*(29,5-14,5)}{100-29,5} = 21,28 \text{ кг}$$

Температуру води для тіста макаронних виробів грамофон в/с розраховують:

$$t_B = \frac{(100+21,28)*25*2403-(100*18*2025)}{21,28*4187} = 40^\circ\text{C}$$

Необхідна кількість води для замісу тіста, на (середній заміс) Локшина спельтова:

$$G_B = \frac{100*(31-14,5)}{100-31} = 23,91 \text{ кг}$$

Температуру води для тіста макаронних виробів Локшина спельтова розраховують:

$$t_B = \frac{(100+23,91)*25*2440-(100*18*2025)}{23,91*4187} = 39^\circ\text{C}$$

Необхідна кількість води для замісу тіста, на Вермішель павутинка в/с (середній заміс):

$$G_B = \frac{100*(29-14,5)}{100-29} = 20,42 \text{ кг}$$

Температуру води для тіста макаронних виробів грамофон в/с розраховують:

$$t_B = \frac{(100+20,42)*25*2390-(100*18*2025)}{20,42*4187} = 32,9^\circ\text{C}$$

Необхідна кількість води для замісу тіста, на вироби Спагеті в/с (м'який заміс):

$$G_B = \frac{100*(32-14,5)}{100-32} = 25,74 \text{ кг}$$

Температуру води для тіста макаронних виробів Спагеті в/с розраховують:

$$t_B = \frac{(100+25,74)*25*2466-(100*18*2025)}{25,74*4187} = 38,1^\circ\text{C}$$

Результаті розрахунків наведені в таблиці 3.8

Таблиця 3.8. - Рецептатура макаронного тіста

Найменування показника	Вид виробу			
	Грамофон в/с	Локшина спельтова	Вермішель павутинка в/с	Спагеті в/с
Вологість тіста, %	29,5	31,0	29,0	32,0
Кількість борошна пшеничного, кг	100	-	100	100
Кількість ЦЗС, кг	-	100	-	-
Вологість ЦЗС, %	-	14,5	-	-
Вологість борошна пшеничного, %	14,5	-	14,5	14,5
Кількість води, кг	21,28	23,91	20,42	25,74
Температура води, °С	40	39	32,9	38,1
Тип замісу	середній /теплий	середній /теплий	твердий /теплий	м'який /теплий

Замішування макаронного тіста здійснюють у тістозмішувачах пресів в основному безперервної дії. Тому при розрахунку виробничих рецептур виконують розрахунок хвилинних витрат борошна, додаткової сировини, води, водної суміші для регулювання роботи дозаторів.

Хвилинні витрати борошна, необхідні для приготування тіста, визначають за формулою:

$$M_{\text{хв}} = M_{\text{т}} * \frac{100 - W_{\text{вир}}}{(100 - W_{\text{б}}) * 60}, \quad (3.10)$$

де $M_{\text{хв}}$ – хвилинні витрати борошна, кг/хв;

$M_{\text{т}}$ – потужність преса за сухими виробами, кг/год;

$W_{\text{вир}}$ – вологість виробів, %;

$W_{\text{б}}$ – вологість борошна, %.

Хвилинні витрати борошна, необхідні для приготування тіста макаронних виробів Грамофон

$$M_{\text{хв}} = 1200 * 0,95 * \frac{100 - 13}{(100 - 14,5) * 60} = 19,33 \text{ кг/хв};$$

Хвилинні витрати борошна, необхідні для приготування тіста макаронних виробів Локшина спельтова

$$M_{\text{хв}} = 1200 * 0,85 * \frac{100 - 13}{(100 - 14,5) * 60} = 17,30 \text{ кг/хв};$$

Хвилинні витрати борошна, необхідні для приготування тіста макаронних виробів Вермішель павутинка в/с:

$$M_{\text{ХВ}} = 1200 * 0,7 * \frac{100-13}{(100-14,5)*60} = 14,25 \text{ кг/хв};$$

Хвилинні витрати борошна , необхідні для приготування тіста макаронних виробів Спагеті в/с:

$$M_{\text{ХВ}} = 1000 * 0,9 * \frac{100-12}{(100-14,5)*60} = 18,52 \text{ кг/хв};$$

Хвилинні витрати води при замішуванні тіста без добавок розраховуються за формулою:

$$B_{\text{ХВ}} = \frac{M_{\text{ХВ}}*(W_m - W_6)}{100 - W_m}, \quad (3.11)$$

Хвилинні витрати води при замішуванні тіста для макаронного тіста Грамофон в/с:

$$B_{\text{ХВ}} = \frac{19,33*(29,5-14,5)}{100-29,5} = 4,11 \text{ кг/хв};$$

Хвилинні витрати води при замішуванні тіста для макаронного тіста Локшина спельтова:

$$B_{\text{ХВ}} = \frac{17,30*(31-14,5)}{100-31} = 4,14 \text{ кг/хв};$$

Хвилинні витрати води при замішуванні тіста для макаронного тіста Вермішель павутинка в/с:

$$B_{\text{ХВ}} = \frac{14,25*(29-14,5)}{100-29} = 2,91 \text{ кг/хв};$$

Хвилинні витрати води при замішуванні тіста для макаронного тіста Спагеті в/с:

$$B_{\text{ХВ}} = \frac{18,52*(32-14,5)}{100-32} = 4,76 \text{ кг/хв};$$

Результати розрахунків наведено в таблицю 3.9.

Таблиця 3.9. - Виробнича рецептура та параметри приготування макаронного тіста

Найменування показника	Вид виробу			
	Грамофон в/с	Локшина спельтова	Вермішель павутинка в/с	Спагеті в/с
Вологість тіста,%	29,5	31	29	32
Борошно пшеничне	19,33	-	14,25	18,52
ЦЗС	-	17,30	-	-
Вода	4,11	4,14	2,91	4,76
Температура води, °С	40	39	32,9	38,1

Продовження таблиці 3.9.

Найменування показника	Вид виробу			
	Грамофон в/с	Локшина спельтова	Вермішель павутинка в/с	Спагеті в/с
Тип замісу	середній /теплий	середній /теплий	твердий /теплий	м'який /теплий
Тривалість замісу тіста, хв	16-20	16-20	16-20	16-20
Тиск пресування, МПа	16-18	16-18	16-18	16-18

3.6. Розрахунок добових витрат сировини

Для визначення витрат сировини розраховують планову норму витрат сировини для кожного виду заданого асортименту, встановлюють добові витрати борошна для кожного виробу і всього макаронного підприємства.

Планова норма витрат борошна при виробництві макаронних виробів без введення добавок розраховується за формулою:

$$N_{пл} = Z_T + Y_y + B_y, \quad (3.12)$$

де $N_{пл}$ – планова норма витрат борошна на 1 т виробів, кг;

Z_T – технологічні витрати на 1 т виробів, кг;

Y_y – планові питомі витрати врахованих витрат борошна планової вологості (14,5%) на 1 т виробів, кг;

B_y – планові питомі втрати безповоротніх втрат борошна планової вологості (14,5%) на 1 т виробів, кг.

Технологічні витрати сировини визначають за формулою:

$$Z_T = \frac{(100 - W_{вир})}{(100 - W_6)} * 1000, \quad (3.13)$$

де $W_{вир}$ – планова вологість виробів, яку приймають в межах 13 ... 12,8%;

W_6 – планова вологість борошна, дорівнює 14,5%.

Технологічні витрати сировини для макаронних виробів Грамофон в/с, Локшина спельтова в/с, Вермішель павутинка в/с:

$$Z_T = \frac{100 - 13}{100 - 14,5} * 1000 = 1017,5 \text{ кг}$$

$$N_{пл} = 1017,5 + 3 + 1,5 = 1022 \text{ кг}$$

Технологічні витрати сировини для макаронних виробів Спагеті в/с:

$$Z_T = \frac{100-12}{100-14,5} * 1000 = 1029 \text{ кг}$$

$$N_{\text{пл}} = 1029 + 3 + 1,5 = 1033,5 \text{ кг}$$

Розрахунок добових витрат борошна можливо розрахувати за формулою:

$$M_{\text{доб}} = P_{\text{вир.б.доб}} * N_{\text{пл}} + P_{\text{вир.доб}} * N_{\text{плд1}}, \quad (3.14)$$

де $M_{\text{доб}}$ – добові витрати борошна, т;

$P_{\text{вир.б.доб}}$ – кількість виробів без добавок, що виробляються за добу, т;

$P_{\text{вир.доб}}$ – кількість виробів з добавками, що виробляються за добу, т;

$N_{\text{плд1}}$ – планова норма витрат борошна на 1 т виробів з добавками, кг/т

Добові витрати борошна вищого сорту :

$$M_{\text{доб}} = 26,2 * 1022 + 13,9 * 1022 + 20,7 * 1033,5 = 62375,65 \text{ кг}$$

Добові витрати борошна з цільнозмеленої спельти :

$$M_{\text{доб}} = 6,5 * 1022 = 6643 \text{ кг}$$

3.6.1. Обладнання складу борошна

Доставка й зберігання сировини на підприємствах може здійснюватися тарно і безтарно. Застосування безтарного перевезення та зберігання сировини дозволяє комплексно механізувати вантажно-розвантажувальні та транспортні операції по доставці та внутрішньовиробничому транспортувані сировини, знизити витрати на тару , перевезення та зберігання, скоротити витрати сировини при розвантаженні, поліпшити санітрано-гігієнічні умови виробництва. Безтарне зберігання борошно має й технологічні переваги :

- борошно легко переміщати з одного силосу в інший;
- аерувати;
- змішувати різні партії борошна;
- підсушувати;
- швидко прогрівати.

Склади безтарного зберігання борошна (БЗБ) поділяються на закритого , відкритого, частково відкритого типу, у яких передбачено будівництво підбункерного та надбункерного приміщень.

Відповідно до норм проектування макаронних підприємств , передбачають безтарний спосіб зберігання борошна, яких розраховується на 6-7 добовий запас борошна.

Температура у складі повинна бути 18°C. Використання холодного борошна небажане, тому, що для отримання тіста необхідної температури приходиться

використовувати гарячу воду, що призводить до часткової клейстеризації крохмалю та коагуляції білків борошна.

Кількість ємкостей (силосів чи бункерів) для зберігання борошна за сортами залежить від добових витрат борошна, терміну його зберігання і місткості вибраної ємності. Мінімальна кількість бункерів повинна бути не менше двох.

Розрахунок складу безтарного зберігання борошна починають з визначення кількості встановлених силосів ХЕ - 233. Кількість силосів визначають за формулою:

$$N = \frac{M_{\text{доб}} * n}{Q_c}, \quad (3.15)$$

де $M_{\text{доб}}$ – добові витрати борошна, кг;

n – термін зберігання борошна в добах;

Q_c – місткість силоса, кг.

Місткість силосів Q_c , кг, визначають за формулою:

$$Q_c = V_c * k_c * p, \quad (3.16)$$

Де V_c – об'єм силоса, м³;

k_c - коефіцієнт використання місткості силоса $k_c=0,85$;

p -насипна густина борошна, кг/м³;

Місткість силосів ХЕ - 233 для зберігання борошна вищого сорту:

$$Q_c = 110 * 0,85 * 550 = 51\,425 \text{ кг}$$

$$N = \frac{62375,65 * 7}{51\,425} = 8,4 \text{ прийmemo 9 шт.}$$

Кількість силосів для зберігання цільнозернового борошна спельти:

$$N = \frac{6643 * 7}{51\,425} = 0,9 = 1 \text{ шт прийmemo 2 шт.}$$

Тому що витрати борошна необхідно здійснювати з одного силоса, а завантаження з автоборошновоза – у інший вільний силос.

3.7. Розрахунок обладнання складу борошна і силосно-просіювального відділення

Борошно перед подачею на виробництво необхідно просіяти в просіювальних машинах. Обладнання силосно-просіювального відділення, до складу якого входять просіювачі з магнітною обробкою борошна, трубопроводи, перемикачі, виробничі силоси і фільтри, розміщують над пресованим відділенням.

Кількість ліній для просіювання борошна і подачі його на виробництво визначається потужністю фабрик і встановленого обладнання.

Для розрахунку просіювальних ліній необхідно, насамперед, визначити потужність просіювача. Потужність просіювальної машини (у кг/год) визначають за формулою:

$$Q = F * q, \quad (3.17)$$

де F – просіювальна поверхня машини, м;

q – продуктивність 1 м² сита, кг/год

Використовують просіювач ПБ-1,5.

$$Q = 1,5 * 2500 = 3750 \text{ кг/год}$$

При періодичному завантаженні виробничих силосів час роботи просіювача для пропуску годинних витрат борошна (в хв) складає:

$$T = \frac{60 * M_{\text{год}}}{Q}, \quad (3.18)$$

де $M_{\text{год}}$ – годинні витрати борошна, кг/год

$$T = \frac{(62375,65/23)*60}{3750} = 43,4 \text{ хв} - \text{ для просіювання борошна вищого сорту}$$

$$T = \frac{(6643/23)*60}{3750} = 4,6 \text{ хв} - \text{ для просіювання цільнозернового борошна спельти}$$

Коефіцієнт використання просіювача дорівнює:

$$n = \frac{M_{\text{год}}}{Q} < 1, \quad (3.19)$$

де Q – годинна продуктивність борошняної лінії кг/год

$$n = \frac{2711,9}{3750} = 0,72 < 1 - \text{ для просіювання борошна вищого сорту}$$

$$n = \frac{288,8}{3750} = 0,07 < 1 - \text{ для просіювання цільнозернового борошна спельти}$$

Виробничі бункери для борошна повинні мати місткість, яка забезпечує безперебійну роботу тістоформуючого і пресуючого обладнання протягом 1-2 змін, тобто залежить від продуктивності преса і розраховуються за формулою:

$$G_{\text{б}} = M_{\text{год}} * T, \quad (3.20)$$

де T - строк запасу борошна (8-16 год).

Виробничі бункери для борошна при виробництві Грамофон в/с:

$$G_{\text{б}} = (19,33*60)*8=9\ 278,4 \text{ кг}$$

Виробничі бункери для борошна при виробництві Локшина спельтова:

$$G_{\text{б}} = (17,30*60)*8=8\ 304 \text{ кг}$$

Виробничі бункери для борошна при виробництві Вермішель павутинка в/с:

$$G_6 = (14,25 * 60) * 8 = 6840 \text{ кг}$$

Виробничі бункери для борошна при виробництві Спагеті в/с:

$$G_6 = (18,52 * 60) * 8 = 8889,6 \text{ кг}$$

Кількість виробничих силосів визначають за формулою:

$$n = \frac{G_6}{q_{\text{вир}}}, \quad (3.21)$$

де $q_{\text{вир}}$ – маса борошна у виробничому силосі, кг

Виробничі силоси власної конструкції місткістю 4 т.

Кількість виробничих силосів для виробництва Грамофон в/с:

$$n = \frac{9278,4}{4000} = 2,3 = 3 \text{ шт}$$

Кількість виробничих силосів для виробництва Локшина спельтова:

$$n = \frac{8304}{4000} = 2,07 = 3 \text{ шт}$$

Кількість виробничих силосів для виробництва Вермішель павутинка в/с:

$$n = \frac{6840}{4000} = 1,7 = 2 \text{ шт}$$

Кількість виробничих силосів для виробництва Спагеті в/с:

$$n = \frac{8889,6}{4000} = 2,2 = 3 \text{ шт}$$

Передбачаємо 3 виробничі силоси на лінію №1(Грамофон), на лінію №2(Локшина спельтова, Вермішель павутинка) – 3 шт. і 2 виробничих силоси, для лінії №3 (Спагетті) - 3 виробничих силоси.

3.7.1. Розрахунок стабілізаторів бункерного типу

При розрахунку бункерного накопичувача-стабілізатора визначають місткість бункера та необхідне число бункерів. Місткість кожного бункера стабілізатора - накопичувача визначається за формулою:

$$Q_{\text{стаб}} = (V_1 + V_2) * p_n, \quad (3.22)$$

де $Q_{\text{стаб}}$ – місткість бункера стабілізатора – накопичувача, кг

V_1 – об'єм прямокуткої частини, м³

V_2 – об'єм пірамідального днища бункера, м³

p_n – насипна густина виробів, кг/м³ ($p_n = 300 \dots 450 \text{ кг/м}^3$)

$$Q_{\text{стаб}} = (10+4) * 350 = 4900 \text{ кг};$$

Необхідна кількість бункерів визначається за формулою:

$$n = \frac{P * \tau}{Q_{\text{стаб}}}, \quad (3.23)$$

де n – кількість бункерів, шт

P – продуктивність лінії, кг/год

τ – максимальна тривалість стабілізації виробів, год

$Q_{\text{стаб}}$ – місткість кожного бункера, кг

Необхідна кількість бункерів визначається за формулою:

$$n = \frac{1200 * 8}{4900} = 1,9 = 2 \text{ шт.}$$

Для стабілізації коротких виробів приймаємо 2 стабілізатора-накопичувача фірми Pizeta.

3.7.2. Організація пакування готових виробів і розрахунок потреби тари

Фасувальне обладнання, що встановлюється, повинно забезпечувати фасування не менше 60% виробів, які виробляються на підприємстві.

Кількість машин для фасування виробів визначають за формулою:

$$N = \frac{P_{\text{доб.гр}} * 60}{100 * Q_{\text{фас}}}, \quad (3.24)$$

де N – кількість фасувальних машин, шт

$P_{\text{доб.гр}}$ – уточнена добова продуктивність виробів кожної групи виробів, т

$Q_{\text{фас}}$ – мінімальна паспортна продуктивність машин, т/доб

Мінімальна паспортна продуктивність фасувально-пакувального автомату Stiavelli SPC14-S + SVMC-S для упакування коротких виробів грамофон:

$$Q_{\text{фас}} = \frac{0,5 * 30 * 60 * 23}{1000} = 20,7 \text{ т/доб;}$$

Мінімальна паспортна продуктивність фасувально-пакувального автомату фірми Stiavelli SPL-M/D2R для упакування довгих макаронних виробів:

$$Q_{\text{фас}} = \frac{0,5 * 45 * 60 * 23}{1000} = 31,05 \text{ т/доб;}$$

Кількість машин для фасування коротких виробів (Грамофон в/с) визначають:

$$N = \frac{26,2 * 60}{100 * 20,7} = 0,75 = 1 \text{ шт;}$$

Кількість машин для фасування коротких виробів (Локшина спельтова, Вермішель павутинка в/с) визначають:

$$N = \frac{(6,5 + 13,9) * 60}{100 * 20,7} = 0,59 = 1 \text{ шт;}$$

Кількість машин для фасування довгих виробів (Спагеті в/с) визначають:

$$N = \frac{20,7 * 60}{100 * 31,05} = 0,4 = 1 \text{ шт;}$$

Результати розрахунків наведено в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10. - Добова потреба в тарі

Найменування виробів	маса які Загальна виробів, ВИГОТ.КГ	Найменування, місткість тари, потреба					
		Поліетиленові пакети			Картонні коробки		
		Маса фасов. прод. кг	Місткість пакета, кг	Кіл-сть пакетів, шт	Маса фасов. прод. кг	Місткість коробки, кг	Кіл-сть коробок, шт
Короткі макаронні вироби							
Грамофон	26 200	15 720	0,5	31 440	10 480	20	524
Локшина спельтова	6 500	3 900	0,5	7 800	2 600	20	130
Вермішель павутинка	13 900	8 340	0,5	16 680	5 560	20	278
Довгі макаронні вироби							
Спагетті	20 700	12 420	0,5	24 840	8 280	10	828
Всього	67 300	40 380	-	86 760	26 920	-	1 760

3.9. Описання способів і умов зберігання сировини та технологічних схем підприємства

Вода (ДСТУ 7525:2014)

На макаронному підприємстві особливу увагу слід приділяти якості води, призначеної для замісу тіста. Для цього використовують тільки питну воду, що задовольняє вимогам ДСТУ 7525:2014. Вона повинна бути прозорою, безбарвною, без сторонніх присмаків і запахів, не містити органічних домішок і зважених часток. При виникненні припущення про погіршення якості води підприємство має доводити до відома органи санітарного нагляду Міністерства охорони здоров'я, які здійснюють контроль за якістю води.

Крім перерахованих органолептичних показників вода характеризується загальною жорсткістю. Величина цього показника залежить від вмісту у воді солей кальцію і магнію і виражається в міліграм-еквівалентах (мг-екв.) На 1 л. (1 мг-екв. Жорсткості відповідає змісту 20,04 мг Са або 21,16 мг Mg в 1 л води.)

За ступенем жорсткості (мг - екв.) Воду підрозділяють на дуже м'яку - менше 1,5, м'яку - 1,5 ... 3,0, помірно жорстку - 3,0 ... 6,0, жорстку - 6,0 ... 9,0, дуже жорстку більше 9,0.

Жорсткість води не робить помітного впливу ні на хід технологічного процесу, ні на якість макаронних виробів, тому для замісу тіста можна використовувати воду будь-якого ступеня жорсткості. Однак вода, яка надходить на обігрів водяних калориферів, повинна бути по можливості більш м'якою. В іншому випадку на внутрішніх стінках труб калориферів утворюється твердий осад

накип, яка знижує теплопровідність труб і може поступово повністю закупорити їх.

Для замісу макаронного тіста застосовують зазвичай теплу воду температурою 40 ... 60 ° С, яку отримують змішуванням холодної водопровідної і гарячої води в потрібному співвідношенні. Гаряча вода може надходити централізовано (з міського водопроводу), або її отримують на фабриці, нагріваючи холодну воду в теплообмінному апараті - бойлері.

Борошно пшеничне вищого сорту (ГСТУ 46.004-99)

Борошно вищого сорту одержують з м'яких скловидних і напівскловидних сортів пшениці. Колір борошна білий або білий з кремовим відтінком. Для виробництва макаронних виробів в результаті недостатньої кількості макаронного борошна (дурум) з твердих сортів використовують хлібопекарське борошно вищого сорту.

Згідно вимог ГСТУ 46.004-99 повинне відповідати наступним показникам. Органолептичні показники: колір - білий, білий з жовтуватим відтінком; запах - властивий пшеничному борошну, без сторонніх запахів, не затхлий, не плісневий; смак - властивий пшеничному борошну, без

сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий. Фізико-хімічні показники: вологість - не більше 15%; зольність в перерахунку на суху речовину - не більше 0,55%; кількість клейковини - не менше 24%.

Макаронні властивості борошна, які характеризують можливість отримання з неї макаронних виробів високої якості, визначаються чотирма основними показниками, а саме: кількістю клейковини, вмістом каратиноїдних пігментів, вмістом темних краплень і крупністю помелу.

Кількість клейковини. Клейковина в макаронному виробництві виконує дві основні функції: є пластифікатором, тобто виконує роль своєрідного мастила, що надає масі крохмальних зерен плинність, і сполучною речовиною, що з'єднує крохмальні зерна в єдину тестову масу. Перше властивість клейковини дозволяє формувати тісто, продавлюючи його через отвори матриці, друге - зберігати форму. Унікальність клейковини полягає також у тому, що сформований при пресуванні тіста клейковини каркас, який утримує масу крохмальних зерен в випресованих сирих виробках і зміцнюється потім при сушінні виробів, при опусканні в киплячу воду, тобто при варінні виробів, не тільки не розріджується, а навпаки - фіксується, зміцнюється в результаті денатурації клейковини.

Треба відзначити, що вміст клейковини в борошні визначає білкову цінність

макаронних виробів і обумовлює смак і аромат зварених виробів. Виходячи з цього, слід, що найбільш прийнятною для виробництва макаронних виробів є борошно з вмістом клейковини до 30...32% і більше. Але слід мати на увазі, що хоча борошно з вмістом клейковини 26...28% менше бажана, вона цілком придатна при дотриманні правильних технологічних режимів для виробництва макаронних виробів нормальної якості.

Вміст каротиноїдних пігментів. Оскільки каротиноїдні пігменти надають макаронним виробам приємний янтарно-жовтий колір, найбільш краще для виробництва макаронних виробів борошно з високим вмістом каротиноїдів. Це не означає, що борошно, наприклад, білого або кремового кольору не може бути використано в макаронному виробництві, однак колір виробів з неї буде менш привабливим, і ціна таких виробів повинна бути нижче.

Вміст темних вкраплень. Присутні в борошні частинки оболонки, алейронового шару, зародка пшеничного зерна і частинки насіння інших культур виступають на поверхні макаронних виробів у вигляді темних точок, погіршуючи зовнішній вигляд виробів. Крім того, наявність в борошні значної кількості периферійних частин зерна свідчить про підвищений вміст амінокислот і ферментів, зокрема тирозину і поліфенолоксидази, що беруть участь в небажаному процесі потемніння макаронних виробів під час сушіння. Тому з точки зору зовнішнього вигляду макаронних виробів для їх виготовлення бажано використовувати борошно вищих сортів.

З іншого боку, певна суперечність полягає в тому, що чим нижче сорт вихідної борошна, тим вище харчова цінність виготовлених з неї виробів - більше вміст білка, вітамінів, мінеральних речовин і харчових волокон. Хоча і тут треба зробити застереження: при несприятливих умовах вирощування саме в периферійних частинах зерна накопичуються шкідливі речовини - токсичні елементи, мікотоксини, нітрати і пестициди.

Крупнота помелу (гранулометричний склад, розмір часток борошна). За інших рівних показників борошна розмір її частинок в межах 150 ... 400 мкм не робить помітного впливу на якість сухих і зварених макаронних виробів. Дуже ж великі частки крупки, розміром 400 ... 500 мкм, не встигають повністю просочитися вологою під час замісу тіста і зберігають свою індивідуальність при пресуванні. А оскільки в початкових партіях зерна твердої пшениці, що йдуть на помел в крупку, міститься до 15% борошнистих зерен м'якої пшениці, та й зерна твердої пшениці не завжди повністю склоподібного, що містяться в крупці білясті великі частки

видно на поверхні сухих виробів у вигляді світлих точок. Це порушує однотонність кольору виробів, погіршує їх товарний вигляд.

Цільнозернове борошно спельти ТУ У 31659118-004:2019

Борошно зі спельти виготовляється шляхом подрібнення органічного пшеничного зерна спельти. Це один із найстаріших культивованих видів пшениці в історії людства. Її зерно наймовірно трудомістке по обробітку і при молотьбі важко вимолочується з полови. Щоб зберегти поживні речовини спельти, корисну оболонку зерна та його зародок, борошно виробляють за технологією грубого помелу. Саме відрубані частки забезпечують високу біологічну цінність продукту. Вони сконцентровані всі унікальні властивості злаку.

На відміну від інших культур, спельта містить усі незамінні амінокислоти. Дані речовини необхідні організму, щоб будувати нові клітини та відновлювати пошкоджені тканини.

До складу спельти входять «повільні» вуглеводи (мукополісахариди), вони мають здатність насичувати організм тривалою енергією і зміцнювати імунну систему. Тому борошно з неї також є чудовим вибором з погляду поживної цінності. Вона засвоюється набагато легше, ніж багато інших продуктів борошномельного виробництва.

Як і всі види борошна, цільнозернове борошно зі спельти слід зберігати в темному, прохолодному та сухому місці. Світло призводить до розщеплення вітамінів, а волога - до швидшого процесу старіння.

Термін придатності завжди залежить від ступеня помелу. Що більший ступінь помелу, то швидше псується борошно. Через високий вміст білка і жиру в проростках, які все ще містяться в цільнозерновому борошні, через кілька місяців вона може мати гіркий смак. Термін придатності іноді може бути меншим, він продовжується під час виробництва за рахунок додавання аскорбінової кислоти.

На складах зберігання борошна як тарним, так і безтарним способом, необхідно підтримувати належний санітарний стан для запобігання розвитку шкідників – кліщів, жуків, метеликів, гризунів.

На підприємстві борошно зберігають безтарним способом у складах відкритого типу, розташованих за межами виробничого корпусу, під легким накриттям.

Борошно зберігають окремо від решти видів сировини. Склад для борошна має бути сухим, опалюватись, мати ефективну вентиляцію. Підлога складу повинна

бути рівною, без тріщин, стійкою до механічної дії, стінки – гладкими, побіленими вапном, бажано облицьованими плиткою.

Опис безтарного зберігання борошна і підготовка його до виробництва

Аерозольтранспортна установка для борошна працює так: борошно з борошновоза по гнучком рукаву, а потім по матеріалопроводу (1) за допомогою багатопозиційного перемикача (2) подається у силоси ХЕ-233 (3), де воно зберігається протягом семи діб. Повітря всмоктується знадвору через фільтрзаглушувач (16) компресором ВУ6/4 (15) і подається у фільтр ФПУ-2 для очищення повітря (14), а потім - у масляний фільтр марки ОММ-100 (13) і у ресивери РВ-3 (12). Ресивери служать для вирівнювання тиску повітря, яке подається з компресора порціями. З ресивера повітря через трубопровід (11) і автоматичні клапани (17) подається в живильники М-122М (10) аерозоль транспортної установки, де воно підхоплює борошно, яке вивантажується з силоса ХЕ-233 (3). Із живильника борошно транспортується в бункер- розвантажувач А1-ХБЮ-52 (4), в якому відділяється від повітря і подається в просіювач ПБ-1,5 (5) використовують для очищення великих обсягів борошна від сторонніх домішок та металодомішок. Також дане обладнання забезпечує розпушення і аерацію борошна, що сприятливо позначається на якості готового тіста.

Після просіювання борошно поступає у надвагому ємність (6), автоматичні ваги АВ-50 (7) і підвагому ємність (8). З підвагової ємності борошно живильником (10) передається матеріалопроводом у виробничий бункер власної конструкції (9). На силосах та виробничому бункері розташовані фільтри (18) для очищення повітря від борошна. Надвагова і підвагова ємності потрібні для того, щоб поєднати роботу неперервно діючого транспорту з періодично діючими вагами. Борошно на виробництво подається за допомогою живильника М-122М (10).

Опис схеми підготовки води

Згідно зі стандартом вода повинна бути прозорою, без сторонніх присмаків, запахів, не повинна мати патогенних мікроорганізмів і сторонніх домішок. Активна кислотність води рН=6,5-9.

Баки холодної води (19), куди вода поступає по трубопроводу холодної і гарячої води, з'єднаних між собою трубкою. Вода в баці (20) підігрівається за допомогою водонагрівального тєну (21), конденсат відводиться за допомогою конденсатовідводу.

Опис технологічної схеми виробництва Спагеті в/с на лінії потужністю 1000 кг/год марки Pavan long-cut pasta line

Макаронне тісто замішується в макаронному пресі (22), куди подається дозаторами борошно вищого сорту і вода. Температура води 38,1 °С, вологість тіста 32%, тривалість замісу 15 хв. Корито змішувача обладнане компресійним гвинтом із нержавіючої сталі і закрите кришкою з прозорого матеріалу, за допомогою якої можна відслідковувати процес замішування. Регульований крок і широкий діаметр шнека в поєднанні з ідеальною швидкістю обертання забезпечують поступове пресування і отримання більш однорідного тіста. В тістозмішувачі одразу протікає процес вакуумування тіста. Пресувальним шнеком (23), під тиском 16-18 МПа, тісто ущільнюється, пластифікується і поступає до матриці (24) на випресовування. Макаронні пасма з матриці діляться на дві частини і обдуваються гарячим повітрям, втрачаючи при цьому 1% вологи. Саморозвішувач розвішує пасма на бастуни довжиною до 250 мм, після того як пасма опустяться нижче бастунів, ножі відрізають їх від основного потоку, потім підрівнюють кінці пасм ножами. Обрізки сирих виробів, пневмотранспортом подаються в тістозамішувач. Перед тим, як потрапити в остаточну сушарку, макаронні вироби сушать в попередній сушарці (25) потоками дуже гарячого повітря 85 °С протягом 30 хв., де вологість виробів знижується до 26%. За початковою стадією прискореної попередньої сушки підходить черга процесу швидкого сушіння в остаточній сушарці (26), що вміщає 5 ярусів із застосуванням технології ТАС. ТАС – Термоактивна система і високі температури. Технологія ТАС включає наявність в сушарці двох зон сушіння та стабілізації, підтримує продукт в пластичному стані протягом усього процесу сушіння і контролює розвиток реакції Майяра. Швидке зниження вмісту води в макаронних виробах і поступове підвищення температури блокують розширення крохмалю та активують коагуляцію білків. В результаті виходить продукт з поліпшеним кольором і поліпшеними характеристиками приготування. Спагеті проходить через зони прискореного сушіння та стабілізації-відволоження, в яких запрограмовані параметри температури та вологості для досягнення ідеального сушіння. Сушіння триває 3 години, перша зона сушіння триває 25 хв. при температурі 105°С і відносній вологості повітря 85% , далі зона відволоження, температура повітря знижується до 90°С, а відносна вологість повітря підвищується до 65% тривалість стабілізації – 40 хв. Друга зона сушіння триває 10 хв. при температурі 82 °С і відносній вологості повітря 75%. Наступна стадія стабілізації відбувається при температурі і відносній вологості повітря 75%, 20 хв.

Третя зона сушіння при температурі 82°C і відносній вологості повітря 75%, тривалість 25 хв. Наступна зона стабілізації відбувається при таких параметрах: 75 °C і відносній вологості повітря 75%, 20 хв. Далі четверта і остання зона сушіння при температурі 82°C і відносній вологості 80% 30 хв. , остання стадія стабілізації 75 °C і відносній вологості повітря 75%, 15 хв. На виході вироби мають вологість 12%.

Висушені вироби надходять до кулера-охолоджувача (27), що оснащений автоматичними установками повітряного охолодження виробів, що знижують температуру макаронних виробів до 20-25 °C та підготовлюють їх до пакування.

Макаронні вироби надходять на різання, у знімально-різальний автомат (28) при якій дужки макаронних пасм відрізаються дисковими ножами й пневмотранспортом подаються в збірну ємність. Після різання макаронні вироби, довжиною 250 мм направляються за допомогою ковшового транспортера (29) на фасування.

Фасування відбувається у фасувально-пакувальному автоматі (30) Stiavelli SPL-M/D2R, фасуються у поліетиленові пакети місткістю 0,5 кг. Вагову продукцію фасують за допомогою виробничих ваг (39) у картонні коробки. Упаковані готові вироби направляються у склад готової продукції, а потім в експедицію.

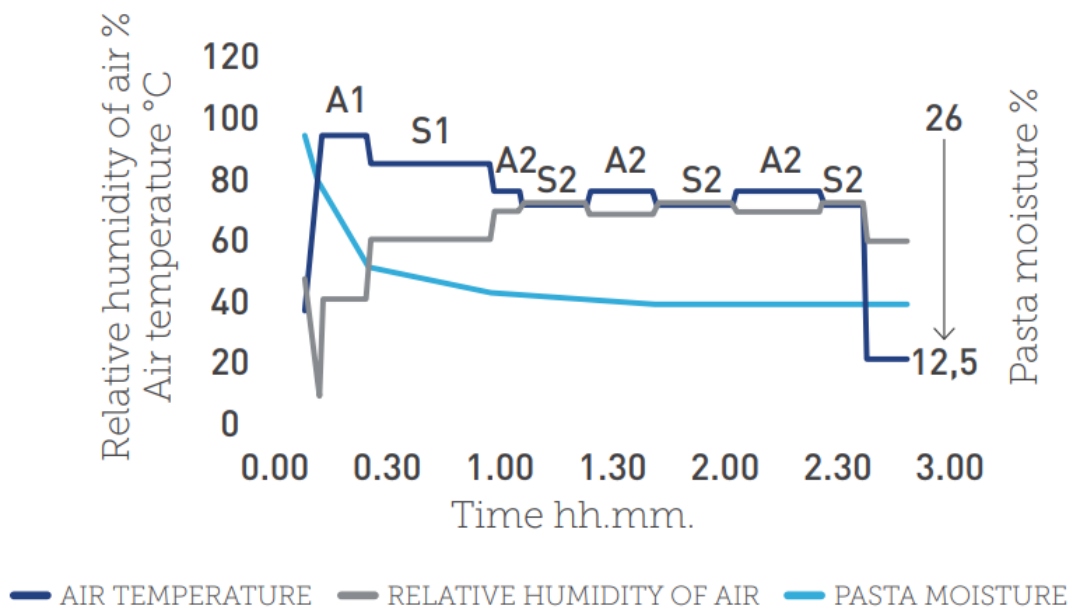


Рис.3.1. - Діаграма режимів сушіння довгих макаронних виробів - спагеті

Опис технологічної схеми виробництва Грамофон в/с, Вермішель павутинка в/с, Локшина спельтова на лінії потужністю 1200 кг/год марки Pavan short-cut pasta line

В макаронний прес (31) дозується борошно вищого сорту и вода для виробництва Грамофону і Вермішель павутинки. При виробництві Локшини спельтової в макаронний прес (31) дозують борошно із цільнозмеленої спельти і вода. Заміс тіста відбувається під вакуумом, тривалість замісу тіста 15 хв. Змішувач з нержавіючої сталі, оснащений зондом для контролю рівня тіста. Замішане тісто пресуючими шнеками (32) під тиском 16-18 МПа нагнітається в головку матриці (33), де через дискові матриці формуються макаронні вироби. Ніж рухаючись по нижній площині матриці, відрізає від пасм, що випресовуються, вироби потрібної довжини.

Потім вироби поступають на попереднє підсушування в трабатто (34), що дозволяє макаронам абсолютно не злипатися за допомогою вібрацій і добре продуватися повітрям. Вироби з верхнього ярусу поступають до нижнього, через вібросити що обдуваються повітрям за допомогою вентиляторів при температурі повітря 40°C, вологість виробів знижується на 1-2% за 5-10 хв.

Макаронні вироби подаються, на верхній ярус сушарки (35). Вібраційний пристрій подає продукт у сушарку, гарантуючи рівномірний розподіл. Сушарка розділена на технологічно незалежні зони для швидкого сушіння та стабілізації продукту. Вся конструкція виготовлена з нержавіючої сталі. Кожна зона сушіння відокремлена панелями та обладнана автоматичними вентиляційними станціями, теплообмінниками та незалежними блоками відведення повітря для забезпечення точного контролю температури та вологості.

Сушіння триває близько 2 години, перша зона сушіння триває 15 хв. при температурі 95°C і відносній вологості повітря 40% далі зона відволоження температура повітря знижується до 78°C а відносна вологість повітря підвищується до 80% тривалість стабілізації – 15 хв. Друга зона сушіння триває 15 хв. При температурі 95 °C і відносній вологості повітря 40%, наступна стадія стабілізації відбувається при температурі 78°C і відносній вологості повітря 80%, 15 хв. Третя зона сушіння при температурі 80°C і відносній вологості повітря 50%, тривалість 15 хв. Наступна зона стабілізації відбувається при таких параметрах: 68°C і відносній вологості повітря 80%, 15 хв. Далі четверта і остання зона сушіння при температурі 80°C і відносній вологості 50% 15 хв. , остання стадія стабілізації 68°C і відносній вологості повітря 80%, 15 хв. На виході вироби мають вологість 13% - грамофон,

вермішель павутинка і 13% локшина спельтова.

Потім вироби поступають на стабілізацію і охолодження до температури 25-30°C в кулер-охолоджувач при відносній вологості повітря 60-65% (36).

За допомогою елеватора вироби направляються в бункери-накопичувачі (37) на стабілізацію, необхідну для отримання повністю стабілізованого продукту та зберігання.

Після стабілізації вироби поступають за допомогою конвеєра у фасувально-пакувальний автомат Stiavelli SPC14-S+SVMC-S (38). Макаронні вироби упаковують в поліетиленові пакети масою 0,5 кг. Вагову продукцію фасують за допомогою виробничих ваг (39) у картонні коробки.

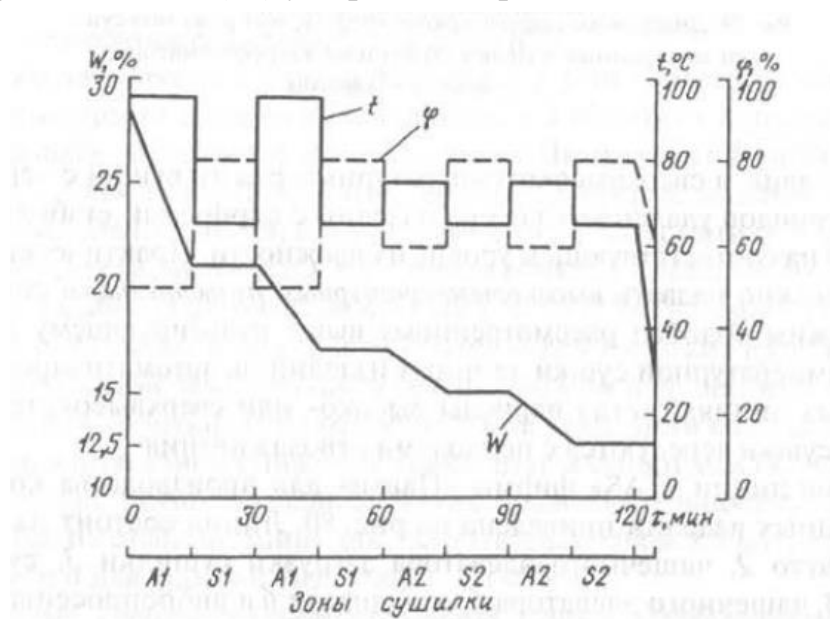


Рис. 3.2. - Діаграма режимів сушіння коротких макаронних виробів - грамофон в/с, вермішель павутинка в/с, локшина спельтова

3.10. Технохімічний контроль виробництва

На даному підприємстві основною сировиною для макаронного виробництва є пшеничне борошно вищого і борошно із цільнозмеленої спельти. Допускається використання борошна, виробленого з м'яких високосклоподібних пшениць, що відповідає за вмістом і якістю клейковини хлібопекарського борошна.

Контроль якості борошна усіх сортів ведеться за схемою, складеною відповідно до діючих стандартів, тимчасових норм і досвіду практичної роботи підприємств.

Макаронне борошно повинно мати структуру питлівки, містити 30 - 32% клейковини, що має хорошу пружність. Вироблені з неї макарони повинні мати

яскраво-жовтуватий або жовтий колір. Виходячи з цих міркувань, в кожній партії борошна, що надходить на фабрику, вибірково (в міру необхідності) визначають показники, які оцінюють макаронну якість борошна: крупність помелу, кількість і розтяжність клейковини і інші.

У макаронному виробництві перевіряють якість двох напівфабрикатів на головних етапах технологічного процесу: тісто в кінці замісу і сирі вироби перед сушінням. Контроль якості цих напівфабрикатів здійснюються в міру необхідності за органолептичними і фізико-хімічними показниками. У тісті визначають зовнішній вигляд, грудкуватість, вологість. У сирих виробах, крім того, контролюють стан поверхні, товщину стінок, збереження форми, наявність сторонніх вкраплень, колір, температуру, вміст і якість клейковини.

Таблиця 3.11 - Схема контролю макаронного виробництва

Об'єкти контролю, ДСТУ	Періодичність контролю	Показники, що визначаються	Методи контролю
1. Борошно пшеничне (ГСТУ 46.004-99)	Кожна партія	Смак, запах, колір, сторонні вкраплення, наявність амбарних шкідників	Органолептично
		Вміст металодомішок	Магнітом
		Кислотність	Титрування
		Вологість	Висушування
2. Цільнозернове борошно спельти (ТУ У 31659118-004:2019)	Кожна партія	Смак, запах, колір, сторонні вкраплення, наявність амбарних шкідників	Органолептично
		Вологість	Висушування
		Вміст металодомішок	Магнітом
		Кількість та якість сирієї клейковини	Відмивання
		Кислотність	Титрування
3. Тісто в кінці замісу	В міру необхідності	Зовнішній вигляд (грудкуватість)	Органолептично
		Вологість	Висушування
		Температура	Термометром

Продовження таблиці 3.11.

Об'єкти контролю, ДСТУ	Періодичність контролю	Показники, що визначаються	Методи контролю
4.Напіфабрикати (сирі вироби)	В міру необхідності	Зовнішній вигляд (стан поверхні, товщина стінок, збереження форми, наявність сторонніх вкраплень, колір)	Органолептично
		Вологість	Висушування
		Температура	Термометром
		Кислотність	Титрування
5.Готові вироби (ДСТУ 7043:2020)	Кожна партія	Зовнішній вигляд (стан поверхні, зберігання форми, злам, колір)	Органолептично
		Стан виробів після варіння	Варіння
		Вологість	Висушування
		Кислотність	Титрування
		Вміст крихти, деформованих виробів	Зважування
6.Тара та пакувальні матеріали	Кожна партія	Зовнішній вид	Органолептично
		Вологість	Висушування
		Наявність плісняви	Органолептично
		Вміст феродомішок	Магнітом
		Наявність амбарних шкідників	Органолептично

Контроль якості кожної партії готових виробів ведеться відповідно до стандарту. Вироблену продукцію оцінюють за наступними органолептичними показниками: кольором, станом поверхні, формою, смаком і запахом, а також станом виробів після варіння. З фізико-хімічних показників нормується вологість, кислотність, міцність на злам, вміст лому, кришок, деформація виробів і феродомішок.

РОЗДІЛ 4. ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Архітектурно-будівельна частина

4.1.1 Генеральний план забудови території

Макаронне підприємство в санітарному відношенні є нешкідливими і відносяться до промислових підприємств, що розташовуються в містах. При розташуванні макаронної фабрики слід ураховувати що розрив між хімічними або іншими шкідливими заводами повинен бути не менше 50 м.

Генеральний план макаронного підприємства зображено у масштабі 1:500.

Площа території підприємства 2,37 га при потужності 67,3 т/добу. Територія огорожена і засаджена деревами і квітниками, що забезпечує покращення санітарно-гігієнічних умов, усуваючи надмірне запилення території. Щільність забудови становить 29,6 %.

В'їзд і виїзд, вхід і вихід на територію і з території підприємства передбачено в одному місці, де розташовані прохідна будка і ворота; передбачено також запасний в'їзд.

В прохідній розміщені пожежно-сторожова охорона, бюро перепусток і табельна, біля прохідної розташован адміністративний корпус.

Основним видом зовнішнього транспорту є автомобільний. Біля в'їзду розміщені автомобільні ваги під навісом, їх площа становить 35 м². Безтарне зберігання борошна розміщено близько до зовнішніх границь території з цілю ефективного використання проїзної частини.

Окрім головних воріт на підприємстві розташовані і запасні ворота. Навколо будівлі підприємства забезпечено проїзд для пожежних машин з радіусом поворотів не менше 12 м.

Навколо виробничого і адміністративно-побутового корпусів - асфальтований тротуар шириною 1,2 м, а в місцях людських потоків - 2,5 м.

Перед експедицією передбачено майданчик шириною 16 м від краю платформи. Для вивантаження борошна перед тарним складом і БЗБ майданчик шириною 12 м. Ці майданчики, як і проїзди мають асфальтоване покриття.

Для забезпечення безпечності робітників та іншого персоналу також для активного функціонування транспортних комунікацій – передбачено розділення транспортних та людських потоків.

Окрім виробничого корпусу і адміністративно-побутових будівель на території підприємства побудовано: гараж, насосна станція, майстерня, пожежний

резервуар, електропідстанція, склади, дворовий туалет, ГРП, дворовий туалет, сміттєзбиральник.

4.1.2 Визначення площі основних приміщень

Площі для зберігання борошна, збагачувальних та смакових добавок, таропакувальних матеріалів, готової продукції визначають, виходячи з термінів та способу їх зберігання.

Площу складу безтарного зберігання борошна визначають за формулою:

$$F_{\text{БЗБ}} = \frac{\sum M * V_{\text{скл}}}{H}, \quad (4.1)$$

де M – маса борошна в складі безтарного зберігання борошна, т; ($Q_c * 7$)

$V_{\text{скл}}$ – середній об'єм складу на 1 т борошна ($V_{\text{скл}} = 7 - 8 \text{ м}^3$);

H - висота складу, м (висота силосів, підсилосного і надсилосного приміщень, (10-18 м^3).

$$F_{\text{БЗБ}} = \frac{359,9 * 7}{15} = 167,9 \text{ м}^2;$$

В складах безтарного зберігання борошна слід проходити між рядами силосів або бункерами не менше 0,8 м, відстань між силосами або бункерами і стіною не менше ніж 0,7 м на висоту 2,0м, вище - не менше 0,5м. Відстань між двома суміжними в ряду бункерами силосами круглого перерізу не менше 0,25м. Висота складу БЗБ залежить від висоти силоса (бункера).

Площу тарних складів, холодильних камер та кладових визначають в залежності від строків та способів його зберігання за формулою

$$F = \sum \frac{T_{\text{добі}} * n}{q_{\text{сер}}}, \quad (4.2)$$

де $T_{\text{добі}}$ – добові витрати додаткової сировини (добавок, пакувальних матеріалів, тощо), кг;

n - термін зберігання сировини у тарному складі, днів;

$q_{\text{сер}}$ – середнє навантаження на 1 м^2 площі, кг.

Площа добового запасу для тарного зберігання борошна вищого сорту:

$$F = \frac{62375,65 * 1}{1300} = 47,9 \text{ м}^2;$$

Площа добового запасу для тарного зберігання цільнозернового борошна спельти:

$$F = \frac{6643 * 1}{1300} = 5,11 \text{ м}^2;$$

Площа для зберігання пакувальних матеріалів:

- Поліетилен:

$$F = \frac{21,03 \cdot 10}{1000} = 25,24 \text{ м}^2;$$

- Картонні ящики

$$F = \frac{701 \cdot 10}{600} = 11,7 \text{ м}^2;$$

При формувальному відділенні передбачено приміщення для миття і зберігання матриць площею не менше 36м².

При пакувальному відділенні передбачено приміщення для переробки відходів площею 24 м² з установкою розмельного устаткування. Площа пакувального відділення забезпечує розміщення фасувальних і пакувальних автоматів. У пакувальному відділенні передбачено площу для зберігання упакованої продукції, виробленої за 2 зміни і 1,5 змінного запасу тари. Вантажно - розвантажувальні площадки повинні бути не менше 3-х м²

Розрахунок складу готової продукції

Необхідну площу складу готової продукції розраховують для зберігання на підприємстві готової продукції, виготовленої протягом 10-ти діб.

Склад готової продукції розраховується на зберігання 10 добового виробітку виробів. Необхідна місткість складу визначається за формулою:

$$V_{\text{скл}} = P_{\text{доб}} * T_{\text{зб}}, \quad (4.3)$$

де $V_{\text{скл}}$ – місткість складу, т;

$P_{\text{доб}}$ – уточнена програма підприємства, т/діб;

$T_{\text{зб}}$ – період, на який передбачено запас продукції, діб (10 діб).

$$V_{\text{скл}} = 67,3 * 10 = 673 \text{ т.}$$

Корисна площа складу визначається за формулою:

$$F_{\text{кор}} = \frac{V_{\text{скл}}}{p_{\text{скл}}}; \quad (4.4)$$

де $F_{\text{кор}}$ – корисна площа складу, м²;

$p_{\text{скл}}$ – розрахункове навантаження на 1м² (0,4 – 0,5т/м²).

$$F_{\text{кор}} = \frac{673}{0,5} = 1346 \text{ м}^2;$$

Площі підсобно-виробничих приміщень визначено за потужністю підприємства. Вони розташовані переважно у виробничому корпусі макаронної фабрики. Площі підсобно-виробничих приміщень наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Площі підсобно-виробничих приміщень

Найменування приміщень	Площа приміщень, м ² Потужність підприємства 67,3 т/добу
Лабораторія	24 (2 кімнати)
Електромайстерня	36
Кімната майстра	12
Кімната технолога	24
Кімната начальника цеха	25
Приміщення для кондиціонування повітря	68
Насосна	25
Мийка і зберігання матриць	23
Виробничий інвентар	11...15(3 кімнати)
Матеріальний склад	40
Склад пакувальних матеріалів	38
Санітарний пост	11
Гардеробна	20
Тарне зберігання борошна	54
Просіювальне відділення	36
Білизняна	15
Пожежний інвентар	11...16 (2 кімнати)
Переробка відходів	10
Кімната чергового слюсаря та механіка	8
Кімната відпочинку	24
Кімната експедитора	12

4.1.3 Архітектурні та об'ємно-планувальні рішення, опис компонування обладнання

Компонування - це розміщення та взаємне узгоджування всіх виробничих, складських, підсобно-виробничих і допоміжних відділень і приміщень підприємства.

Компонування приміщень забезпечує послідовність виробничого процесу, зручний зв'язок між окремими цехами та приміщеннями, зручність транспортування сировини та напівфабрикатів, відсутність зустрічних та перехресних потоків, комплексну механізацію та автоматизацію технологічних операцій та оптимальні умови для роботи і побутового обслуговування робітників.

Осі, що йдуть у поперек виробничого корпусу, позначено буквами А, Б, В, Г, Д, і т.д. починаючи з лівого нижнього кута. Осі, що розташовані повздовж будівлі, позначено починаючи з лівого кута – цифрами 1, 2, 3, 4 і т.д.

Навантаження на перекриття майданчика для виробничих приміщень не більше 1500 кг, для складів сировини, допоміжних матеріалів і готової продукції – не більше 200 кг.

Виробничий корпус представляє собою різноповерхову будівлю, сітка колон будівлі 6х6, довжина першого поверху - 72 м, ширина - 42 м, довжина другого поверху – 18м, ширина 42м. Колони будівлі, закріплені у фундамент і утворюють разом із елементами покриття жорсткий каркас, що забезпечує стійкість будівлі від впливу на нього навантажень як вертикальних (власна вага будівлі, вага встановленого обладнання, сировини, продукції), так і горизонтальних (вітрові навантаження).

Покриття двоповерхової будівлі без даху, плоскі не мають уклону, водонепроникні що забезпечено покрівлею.

Покрівля складається з пароізоляційного шару, шару утеплювача, цементної стяжки та водоізолюваного килима.

Перегородки в приміщеннях з високою вологістю зроблені з залізобетонних панелей, в інших приміщеннях – перегородки зроблені із гіпсобетонних плит. Товщина стін 90 мм.

Стіни призначені для захисту приміщень від атмосферних впливів. Самонесучі стіни прикріплені до колон. Ширина стін 510 мм.

Підлога устелена керамічною плиткою; в приміщенні мийки матриць, тари, душевих підлога має надійну гідроізоляцію.

Для забезпечення хорошого освітлення на підприємстві розташована достатня кількість вікон. Вікна висотою 240 мм, ширина 400 мм. Двері на підприємстві встановлені однопольні шириною 90-100 мм та двопольні 200 мм.

Сходи слугують засобом зв'язку між поверхами і забезпечують пожежну евакуацію людей при пожежах. Із кожної сходової клітки є вихід назовні. Сходи обладнані металевими огорожами.

Відпуск готових виробів здійснюється через двері, що виходять на рампу. На підприємстві передбачено двоє дверей. Ширина автомобільної рампи - 3,6 м; висота 1,2 м; довжина 10 м. Над всією рампою передбачено навіс.

При контрольно-пропускному пункті передбачено приміщення площею 8 м² для зберігання речей, господарських сумок і ін. У складі побутових приміщень потрібно передбачено білизняну площею 12 м². Приміщення для відпочинку в робочий час передбачено 36 м² на другому поверсі, також на другому поверсі передбачено їдальню 72 м².

На 1-поверсі двоповерхової частини виробничого корпусу розташовані: склад пакувальних матеріалів та матеріальний склад, сходи і санвузли загальною площею 18х6м; склад готової продукції і експедиція; електромайстерня, кімната чергового слюсаря та механіка; експедиторська, жіноча та чоловіча роздягальня. Біля головного входу у виробничий цех розташована гардеробна та білизняна, жіночі та чоловічі роздягальні, душові, приміщення для виробничого та пожежного інвентаря.

Зберігання і підготовка основної сировини відбувається на 1-шому поверсі. На першому поверсі також розташовано тарний склад для зберігання резервної кількості борошна, прилегле просіювальне відділення та компресорна; лабораторія для перевірки вхідної продукції та кабінет майстра.

Три автоматичні поточкові лінії фірми «Pavan», одна для виробництва довгих макаронних виробів марки Pavan long-cut pasta line, і дві для виробництва коротких макаронних виробів, в тому числі для виробництва макаронних виробів з борошна із цільнозмеленої спельти, марки Pavan short-cut pasta line. Проходи між автоматичними поточковими лініями більше 1 м.

Біля виробничих ліній розташоване приміщення для кондиціонування повітря, переробка відходів та мийка і зберігання матриць.

Виробничі бункери з борошном розташовані на другому поверсі та за допомогою трубопроводу приєднанні до корита тістозмішувача. Відстань між виробничими бункерами 0,5 м, відстань між бункерами і стінами – 0,8 м.

Пакувальне відділення прилегло до сушильного відділення. Мийка матриць розміщена на початку лінії біля пресів.

Для підтримування в сушильному відділенні постійної температури та вологості повітря передбачено кімната для кондиціонування повітря.

Для зручності внутрішньо фабричного транспортування тари та продукції, для зменшення витрат ручної праці на перевалочні операції тари та затареної продукції передбачено електрозавантажувач. Склад готової продукції також розміщено на першому поверсі.

Площа складу готової продукції передбачає зберігання продукції протягом 10 діб. Випуск продукції відбувається через двері що виходять на рампу.

Експедиція розташована між складом готової продукції та рампою. Вона відділяється від складу перегородкою із дверима. У ній розташована продукція, призначена до відпускання протягом дня. При експедиції передбачено приміщення для експедитора з розрахунку не менше 4,5 м² площею на 1 людину при об'ємі не менше 15 м³.

На 2-му поверсі розміщені: кімната технолога, кімната начальника цеха, кімната відпочинку, їдальня, медичний пункт та лабораторія; приміщення для виробничого та пожежного інвентаря; виробничі бункери, що розташовані на естакаді зі сходами, для обслуговування бункерів.

Допоміжні приміщення розташовуються в окремих будинках, або в прибудовах до основних виробничих корпусів

Для водіїв та дворових робітників слід передбачено дворовий санвузол при експедиції (вхід з території підприємства).

Адміністративно побутовий комплекс розташований окремо від виробничого.

Приміщення з підвищеною вибухо- та пожежонебезпекою, такі як котельня, електропідстанція, ГРП, розташовані окремо від виробничого корпусу.

На території макаронного підприємства також передбачено: насосну станцію, гараж, майстерня, сміттєзбиральник, автовагова, автостоянка, склад безтарного зберігання борошна та прохідна.

4.2 Інженерні системи та енергетичне господарство

4.2.1 Санітарно-технічна частина

Опалення

Опалення на макаронному підприємстві може бути водяним, паровим або повітряним. Центральне водяне або парове опалення передбачається у всіх приміщеннях за винятком котельні, матеріального складу, трансформаторної підстанції, складів тари. Склад готових виробів може не мати опалення, проте бажано, щоб температура в ньому не знижувалася нижче 10 °С.

В якості теплоносія для опалення використовується гаряча вода або пара низького тиску $0,67 \cdot 10^5$ н/м² (0,7 атм). Пара високого тиску, яку отримують з котельної, редукується.

Розрахункові температури повітря всередині виробничих приміщень приймаються наступні (в °С):

- склад з безтарним зберіганням борошна 22
- тістоформувальне та пакувальне відділення 18
- сушильне відділення 25
- приміщення для миття матриць 18
- комори, венткамери 12
- приміщення водобаків 5
- майстерні, тарний цех, приміщення для чергових слюсаря та електрика 16

Розрахункові температури повітря в побутових і адміністративно-конторських приміщеннях приймаються наступні (в °С):

- гардероб вуличного одягу 23
- приміщення душів 25
- санвузли 14
- зали зборів 16
- адміністративно-конторські приміщення 18

У складах борошна та інших приміщеннях, в яких може виділятися пил, як нагрівальні прилади встановлюють гладкі сталеві труби, в інших приміщеннях - гладкі чавунні радіатори.

При наближених розрахунках витрата тепла на опалення визначається за наступною формулою:

$$Q_{\text{год}} = 0,8 * V * g_o * (t_{\text{с.вн}} - t_{\text{р.о}}), \quad (4.1)$$

де $Q_{год}$ - максимальні годинні витрати тепла на опалення, Вт;

V - обсяг опалювальної частини будівлі по зовнішньому обміру, м³;

g_o - питома теплова характеристика будівлі, Вт/(м³·град), залежить від кубатури будівлі, $g_o = 0,40$ Вт/(м³·град);

$t_{с.вн}$ - середня температура опалювальних приміщень, її можна прийняти рівною 18°C;

$t_{р.о}$ - розрахункова зимова температура зовнішнього повітря (середня температура найбільш холодних п'яти діб) $t_{р.о} = -18$ °C.

При обсязі опалювальної частини будівлі підприємства, де проводимо розширення виробництва, $V = (42 * 18 * 6 * 2) + (42 * 54 * 7,2) = 25401,6$ м³ витрата тепла на опалення складе:

$$Q_{год} = 0,8 * 25401,6 * 0,40 * (18 + 18) = 292\ 626,4 \text{ Вт};$$

Річна витрата тепла на опалення визначають за формулою:

$$Q_{річн} = 0,8 * V * g_o * (t_{с.вн} - t_{с.о}) * m * n, \quad (4.2)$$

де $Q_{річн}$ - річна витрата тепла на опалення, кВт;

$t_{с.о}$ - середня температура зовнішнього повітря в опалювальний період,

$t_{с.о} = -6$ °C;

m - число годин роботи системи опалення ($m = 24$);

n - число діб опалювального періоду, $n = 180$.

$$Q_{річн} = 0,8 * 25401,6 * 0,40 * (18 + 6) * 24 * 180 = 842\ 764\ 124 \text{ Вт або } 842\ 764 \text{ кВт};$$

Вентиляція та кондиціонування повітря

Вентиляція на підприємстві передбачена як санітарно-технічна, так і виробнича (технологічна). Санітарно-технічна вентиляція призначається для зниження температури та вологості повітря і для видалення пилу та інших шкідливих умов, вона забезпечує необхідний стан повітряного середовища для працюючих. Виробнича вентиляція призначається для забезпечення постійної температури і вологості повітря в сушильних та пекарних відділеннях.

У виробничих цехах передбачається механічна припливно-витяжна вентиляція в комплексі з природною. У побутових, адміністративно-конторських та підсобно-виробничих приміщеннях передбачається загальнообмінна вентиляція з кратністю обміну згідно СН.

Кратність обміну повітря у виробничих цехах визначається розрахунком. Кількість повітря, що видаляється, має бути трохи більше його припливу.

Витяжна вентиляція призначена для видалення шкідливостей (тепла, вологи, пилу тощо). Устаткування, робота якого супроводжується виділенням пилу, (просіювачі, силоси) на даному підприємстві має місцеві витяжні шафи з очищенням повітря в циклонах і матер'яних фільтрах.

Припливна вентиляція забезпечує подачу повітря для відшкодування видаляемого з шкідливостями. Припливне повітря перед подачею в приміщення очищається у фільтрах; взимку підігрівається в калориферах, а влітку, при необхідності, охолоджується за допомогою охолоджувачів. Як правило, припливне повітря, подається в робочу зону, тобто на висоті 1,6 м від підлоги.

Для забезпечення необхідних параметрів повітря в приміщеннях, де розташовані сушарки, передбачається встановлення кондиціонерів. Взимку в кондиціонери надходить суміш свіжого повітря з вулиці і рециркуляційного повітря з приміщення.

Регулювання припливних систем вентиляції і роботи кондиціонерів - автоматичне. Припливні і витяжні вентиляційні установки та кондиціонери розміщені в ізольованих приміщеннях.

Загальна кількість вентиляційного повітря при наближених розрахунках за укрупненими показниками можна підрахувати за формулою:

$$L_B = V * 0,6 * n, \quad (4.3)$$

де L_B – кількість повітря, м³/год;

V - обсяг будинку за зовнішнім обміром, м³;

0,6 - коефіцієнт, що приводить обсяг будинку по зовнішньому обміру в сумарний обсяг вентиляованих приміщень;

n - середня кратність повітрообміну, приймається 4 обмінам на годину.

$$L_B = 25401,6 * 0,6 * 4 = 60\,963,8 \text{ м}^3;$$

Витрата тепла на вентиляцію визначається за формулою:

$$Q_B = L_B * 1,2 * 1,005(t_{c.вн} - t_{p.o}) * \frac{1}{3,6}, \quad (4.4)$$

де Q_B - витрата тепла на вентиляцію, Вт;

1,2 - щільність повітря, кг/м³;

1,005 - вагова теплоємність повітря, кДж/(кг·град);

$t_{c.вн}$ - середня температура опалювальних приміщень, її можна прийняти рівною 18°C;

$t_{p.o}$ - розрахункова зимова температура зовнішнього повітря (середня температура найбільш холодних п'яти діб) $t_{p.o} = -18^\circ\text{C}$.

$$Q_B = 60\,963,8 * 1,2 * 1,005 * (18 + 18) * \frac{1}{3,6} = 735\,223,4 \text{ Вт};$$

Сумарна потрібна потужність електродвигунів в припливних і витяжних вентиляційних установках визначається за формулою:

$$N_{\text{потр}} = \frac{L_B * 50}{102 * 3600 * 0,4} * 1,3, \quad (4.5)$$

де $N_{\text{потр}}$ - сумарна потрібна потужність, кВт;

50 - середній опір припливних і витяжних систем вентиляції, кг/м;

102 - перевідний коефіцієнт;

0,4 - к.к.д. вентилятора і приводу;

1,3 - середній коефіцієнт запасу на потрібну потужність.

$$N_{\text{потр}} = \frac{60\,963,8 * 50}{102 * 3600 * 0,4} * 1,3 = 26,9 \text{ кВт}.$$

Річна витрата тепла на вентиляцію визначається за формулою:

$$Q_{p.v} = L_B * 1,2 * 1,005 (t_{c.vh} - t_{c.o}) * \frac{1}{3,6} * m * e, \quad (4.6)$$

де $Q_{p.v}$ – годинна витрата тепла на вентиляцію, кВт;

$t_{c.o}$ - середня температура зовнішнього повітря в опалювальний період,

$t_{c.o} = -5^\circ\text{C}$;

m - число годин роботи системи опалення ($m = 24$);

e - число днів опалювального періоду, $e = 180$.

$$Q_{p.v} = 60\,963,8 * 1,2 * 1,005 * (18 - (-6)) * \frac{1}{3,6} * 24 * 180 = 211744347 \text{ Вт або } 211744 \text{ кВт}$$

Річна витрата електроенергії на вентиляцію (кВт·год) визначається за формулою:

$$N_{p.v} = N_{\text{потр}} * m * T, \quad (4.7)$$

де $N_{p.v}$ - річна витрата електроенергії на вентиляцію, кВт·год;

T - кількість робочих днів підприємства в році, $T = 304$ діб;

m - тривалість роботи підприємства на добу, год; $m = 24$ год.

$$N_{p.v} = 26,9 * 24 * 304 = 196262,4 \text{ кВт*год}.$$

Водопостачання

Макаронне підприємство, на якому впроваджується технологія виробництва макаронних виробів, забезпечується водою від водопровідної мережі. Вода на макаронному виробництві витрачається на технологічні потреби (на приготування тіста), на виробничо-технічні потреби (на підігрів та охолодження пресувальних пристроїв, на миття матриць, на споживання котельні) і на господарсько-побутові потреби (приготування їжі, миття посуду, у душах, умивальниках, в зливних бачках унітазів, миття підлоги, полив території), а також на протипожежні потреби.

Вода для технологічних потреб і приготування їжі повинна відповідати вимогам до води питної якості відповідно до ДСТУ 7525:2014 “Вода питъевая. Нормы качества”.

Загальний запас холодної та гарячої води повинен забезпечувати восьмигодинну потребу виробництва на випадок перерви в постачанні водою.

Сумарна ємність баків холодної та гарячої води повинна дорівнювати восьмигодинній витраті води на всі потреби, включаючи витрату води на душі для однієї зміни плюс резервний запас води, що дорівнює 40% від чотиригодинної витрати води на приготування тіста.

Ємність баків гарячої води розраховується на максимальну годинну витрату води на всі потреби, включаючи прийом душі однією зміною.

Висота баків повинна бути на 0,15 м вище рівня води.

Витрата води на технологічні потреби для виробництва макаронних виробів визначається підсумовуванням витрат води на заміс тіста, на підігрів та охолодження макаронних пресів, на миття тари тощо.

Визначення витрати води на технологічні потреби проводимо за таблицею 4.1.

Витрата тепла на технологічні потреби складається з витрати тепла на сушіння макаронних виробів і на підігрів води, необхідної на заміс тіста і миття матриць та зворотної тари.

Пресувальні пристрої підігріваються протягом 30 хв після тривалої зупинки пресу, що відбувається рідко. Охолодження пресувальних пристроїв треба передбачати протягом всього часу роботи пресів. Мийка матриць передбачається в денну зміну протягом 3-6 год на добу в залежності від виробничої потужності підприємства. Розрахунок води на миття зворотної тари проводиться за кількістю виробів, що пакують у зворотню тару на добу, миття передбачають протягом 8 год у денну зміну.

Максимальна витрата тепла на підігрів води, що використовується на технологічні потреби, визначають за формулою:

$$Q_{г.в.} = G_{max} * (t_{гор} - t_{хол}) * c * \frac{1}{3,6}, \quad (4.8)$$

де $Q_{г.в.}$ - максимальна годинна витрата тепла на підігрів води, що використовується на технологічні потреби, Вт;

G_{max} - максимальна витрата води, л/год;

$t_{гар}$, $t_{хол}$ - температура гарячої (приймається за табл. 4.1) і холодної (приймається 5 °С) води, °С;

c - питома теплоємність води, $c = 4,19$ кДж/(кг·град).

Таблиця 4.2 - Витрата води на технологічні потреби

Стаття витрати води	Норма, витрати, л	Продуктивність т/год або к-ть споживачів	Загальна витрата л/добу	Максимальна витрата, л/год	Температура води, °С
Заміс тіста виробів, л/т	234	2,9	5382	678,6	38
На підігрів пресуючих пристроїв, л/год	250	2	125	250	70
На охолодження пресуючих пристроїв, л/год	250	2	11500	500	20
На живлення стабілізатора охолоджувача, л/год	180	1	720	180	20
Мийка матриць, л/год	400	2	1200	400	45
Усього			18 927	2008,6	
в т/ч гарячої			6707	1328,6	

$$Q_{г.в.} = (678,6 * (38 - 5) + 250 * (70 - 5) + 500 * (20 - 5) + 180 * (20 - 5) + 400 * (45 - 5) * 4,19 * \frac{1}{3,6}) = 75447,9 \text{ Вт}$$

Витрата тепла на сушіння макаронних виробів визначаємо за технічними даними автоматизованих ліній фірми Pavan:

для коротких виробів $116334 \cdot 23 = 2675682 \text{ Вт}$;

для довгих $99234 \cdot 23 = 2282382 \text{ Вт}$.

Загальні годинні витрати тепла на технологічні потреби складе:

$$75447,9 + 116334 + 99234 = 291\,015,9 \text{ Вт}$$

Витрата води на господарсько-побутові потреби визначається за діючими санітарними нормами, на протипожежні – за протипожежними нормами. Витрата води на протипожежні потреби для макаронних підприємств складає 25 л/сек.

Витрати води на господарсько-побутові потреби визначається з розрахунку її витрат:

на раковини у виробничих цехах – 500 л на добу на раковину при коефіцієнті нерівномірності, який дорівнює 5;

на душ – 500 л/год на сітку (або 100 л на 1 людину). Душ працює 2 рази на добу по 1,5 год під час перезмін;

на миття підлог - 2 л на 1 м² підлоги на добу;

на поливання території - 1,5 л на 1 м² території на добу.

Раковини з підведенням гарячої та холодної води встановлюються в приміщеннях для миття матриць, в пресовому і пакувальному відділеннях, в майстернях, в лабораторії.

Загальна витрата води представлений в таблиці 4.2.

Таблиця 4.3 - Загальні витрати води

Статті витрат	Добові витрати, л	Середньо-годинні витрати, л	Коеф. нерівномірності	Максимальні годинні витрати, л	Секунні витрати, л	Річні витрати, м ³
Технологічні потреби	18 927	822,9	1,5	1234	20,5	5753
Протипожежні потреби	-	-	-	-	25,0	-
Господарсько-побутові потреби	120	15	2	30		36,5
Раковини у цехах	3500	146	5	730		1071
Душові	4500	187,5	8	1500		1368
Миття підлог	3168	132	3	396		963
Мийка інвентарю і обладнання	460	30	2	60		140
Зливні бачки унітазів	1125	47	3	141		342
Поливні території	8250	343,8	8	2750		2508
Разом	-	1821,2	-	7032		13070,5
Компенсації втрат води в котельні	450	34,6	1,25	100,3		127,2
Усього	-	1758,8	-	6938,3		12308,7

Внутрішній водопровід єдиний для виробничих, господарсько-побутових і протипожежних потреб. Компенсація втрат води в котельні складає 5% від кількості води, яка випаровується в котлах.

Гаряче водопостачання

Гаряча вода використовується на технологічні потреби, а також миття підлог, у душових і умивальниках.

Годинна витрата тепла на нагрів води визначають за формулою:

$$Q_{г.в.} = G_{max} * (t_{гор} - t_{хол}) * K * c * \frac{1}{3,6}; \quad (4.9)$$

де $Q_{г.в.}$ - витрата тепла на нагрів води, Вт;

G_{max} - максимальна годинні витрати гарячої води, л;

$t_{гор}$, $t_{хол}$ - температура гарячої і холодної води, °С;

K - коефіцієнт, що враховує тепловтрати, приймається 1,1... 1,2;

c - питома теплоємність води, $c = 4,19$ кДж/(кг·град).

Витрати води, що використовується на технологічні і господарсько-побутові потреби, і розрахунок тепла на її підігрів зведений в таблиці 4.3.

Таблиця 4.4 - Витрати води на технологічні і господарсько-побутові потреби

Статті витрат	Температура гарячої води, °С	Середньо-годинні витрати води, л	Максимальні годинні витрати, л	Середньо-годинні витрати тепла, Вт	Максимальні витрати тепла, Вт
Приготування тіста	38	234	678,6	10785	31276
Мийка матриць	45	52,2	400	2673	20484
Мийка інвентарю і обладнання	60	30	60	2112	4225
Підігрів пресуючих пристроїв, л/год	70	5,4	250	449	20806
Господарсько-побутові потреби	50	15	30	864	1728
Раковини у цехах	25	146	730	3738	18692
Душові	37	187,5	1500	7682	61453
Усього	-	670,1	3648,6	28303	158664

Витрата тепла на нагрів води визначаємо для кожної групи споживачів окремо. Максимальна годинна витрата тепла на нагрів води визначається підсумовуванням витрат тепла на нагрів води для окремих груп споживачів.

Максимальна кількість води з температурою 70 °С, що споживається за годину:

$$G_{max} = \frac{Q_{max} * 3,6}{(t_{гор} - t_{хол}) * 4,19} \quad (4.10)$$

$$G_{max} = \frac{158664 * 3,6}{(70 - 5) * 4,19} = 2097,2 \text{ л/год.}$$

Нагрівання води здійснюється в баку за допомогою парового змішувача, поверхня якого визначається за формулою:

$$F = \frac{Q_{заг}}{k * \Delta t} \quad (4.11)$$

де F - поверхня нагріву змішувача, м²;

$Q_{заг}$ - кількість тепла, що подається від джерела теплопостачання, Вт;

k - коефіцієнт теплопередачі, приймається рівним 870 Вт/(м²·град);

Δt - середня різниця температур, в °С, визначається за формулою:

$$\Delta t = t_{\text{сп}} - \frac{t_{\text{гор}} - t_{\text{хол}}}{2}; \quad (4.12)$$

де $t_{\text{сп}}$ – температура насиченої пари, що надходить в змішувач, дорівнює 143 °С;
 $t_{\text{гор}}$, $t_{\text{хол}}$ – температура гарячої (70 °С) і холодної (5 °С) води, °С.

$$\Delta t = 143 - \frac{70 - 5}{2} = 110,5^\circ\text{C};$$

$$F = \frac{158664}{870 \cdot 110,5} = 1,65 \text{ м}^2;$$

Мінімальна висота приміщення для баків:

$$2,5 + 0,15 + 0,3 + 0,5 = 3,45 \text{ м},$$

де 0,15 м - запас висоти бака;

0,3 м - висота підставки під баки;

0,5 м - відстань від верху бака до перекриття.

Площа приміщення для встановлення баків визначається виходячи з розмірів їх у плані та компоновання з урахуванням проходів навколо баків шириною 0,7 м.

Річна витрата тепла на гаряче водопостачання визначається за формулою:

$$Q_{\text{річ.заг.}} = Q_{\text{сер.год.заг.}} \cdot t \cdot T; \quad (4.13)$$

де $Q_{\text{річ.заг.}}$ - річна витрата тепла на гаряче водопостачання, Вт;

$Q_{\text{сер.год.заг.}}$ – середня годинна витрата тепла на гаряче водопостачання, Вт;

t - число годин роботи на добу, приймається 24;

T - кількість робочих днів у році.

$$Q_{\text{річ.заг.}} = 28303 \cdot 24 \cdot 304 = 206498688 \text{ Вт або } 206498,6 \text{ кВт}$$

Каналізація

За характером забруднення стічні води діляться на умовно чисті і забруднені.

До умовно чистих стоків відносяться стічні виробничі води від пресів після охолодження пресувальних пристроїв, від водонапірних баків при їх переливі.

До забруднених (фекально-господарських) стоків відносяться стоки від душових, вбиралень, умивальників, раковин, мийних ванн, трапів.

Кількість стічних вод визначається виходячи з загальної витрати води за таблицею 4.4.

Кількість умовно чистих вод на добу дорівнює:

$$11500 + 720 + 1200 = 13420 \text{ л.}$$

Максимальногодинне:

$$500 + 31,3 + 313,2 = 844,5 \text{ л.}$$

Кількість забруднених стічних вод на добу:

$$21625 - 13420 = 8205 \text{ л.}$$

Максимальногодинне:

$$3305,5 - 844,5 = 2461 \text{ л.}$$

Таблиця 4.5 - Кількість стічних вод

Стаття витрат води	Кількість стічних вод, л			
	Середньогодинні	Коефіцієнт нерівномірності	Максимальне годинне	Добове
Охолодження пресуючих пристроїв	500	1	500	11500
На живлення стабілізатора охолоджувача	31,3	1	31,3	720
Миття матриць	52,2	6	313,2	1200
Раковини в цехах	146	5	730	3500
Душові	187,5	8	1500	3000
Миття посуду й обладнання	45	2	90	580
Зливні бачки унітазів	47	3	141	1125
Усього	1009,1	-	3305,5	21625

Приймачами стічних вод є раковини, трапи, унітази, прийомні воронки. Трапи встановлюються в приміщеннях для миття тари, столового посуду, в душових, у вбиральнях, в приміщеннях для баків з водою. Безпосереднє з'єднання пресів і ванн з каналізацією не допускається, з'єднання їх з каналізацією дозволяється через трапи або сифони з лійкою з розривом струменя.

Каналізаційна мережа підприємства приєднана до міської каналізаційної мережі.

Внутрішня каналізація з чавунних труб діаметром 100 мм з ухилом 0,02...0,03. Дворова каналізаційна мережа з азбоцементних труб. Труби покладені на глибині нижче рівня промерзання з ухилом 0,007...0,008.

4.2.2 Енергетична частина

Холодозабезпечення

Споживачами холоду на макаронному підприємстві є установки для кондиціонування повітря.

Постачання холоду цих споживачів здійснюється або централізовано за допомогою аміачних компресорів, або за допомогою невеликих фреонових компресорів продуктивністю менше 35000 Вт, що розміщуються біля споживачів холоду. Джерелом холоду для кондиціонування повітря може бути артезіанська вода температурою 7 °С.

Витрата холоду на кондиціонування повітря визначається за формулою:

K01.891-03.06.КР.ПЗ

Арк.

$$Q_{\text{хол}} = V_K * n * 1,3 * \Delta t * \frac{1}{3,6}; \quad (4.14)$$

де $Q_{\text{хол}}$ – витрати холоду, Вт;

V_K – сумарний об'єм за внутрішнім розміром кондиційованих приміщень, м³;

n – кратність повітрообміну в приміщеннях, при середній температурі найбільш спекотного місяця близько 30 °С приймається 7;

1,3 – об'ємна теплоємність повітря, кДж/(м³*град);

Δt – різниця температур (робоча) між температурою приміщення і температурою повітря, що подається, приймається $\Delta t = 8$ °С.

$$Q_{\text{хол}} = 12240 * 7 * 1,3 * 8 * \frac{1}{3,6} = 247519 \text{ Вт};$$

Електрозабезпечення

Темою дипломного проекту передбачено проектування потокової лінії на макаронній фабриці, електропостачання якого здійснюється від міської мережі з напругою 10 кВ та двохтрансформаторною підстанцією 2x400 кВт·А.

Згідно правилам встановлення електроустановок приймачі макаронних підприємств відносяться до 2-ої категорії, для якої припустима перерва електропостачання в окремих випадках не більше 0,5-1,0 год. Для цього електропостачання передбачає два трансформатори, кабельні лінії між трансформаторними підстанціями або прокладення резервної лінії, розрахованої на 30-50 % потужності підприємства, яка забезпечує при необхідності живлення основних приймачів.

Завданням є встановити потужність трансформаторної підстанції для електропостачання даного підприємства. Для розрахунків потужності й вибору типу трансформаторної підстанції необхідно розрахувати активну потужність споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії; обґрунтувати вибір трансформатору; розрахувати повну потужність трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності; визначити річні витрати електроенергії.

Розрахунок активної потужності споживання підприємством методом питомих витрат електроенергії

Розрахункову активну потужність методом питомих витрат електроенергії визначають за формулою:

$$P_p = \frac{W_{\text{пит}} * M_{\text{річн}}}{T_{\text{мак}}}, \quad (4.16)$$

де $W_{\text{пит}}$ – нормована питома витрата електричної енергії, (за таблицею $W_{\text{норм}} = 85 \text{ кВт/т}$);

$M_{\text{річ}}$ – річна потужність підприємства ($M_{\text{річ}} = 67,3 * 304 = 20459 \text{ т/рік}$);

T_{max} – кількість годин використання розрахункової активної потужності протягом року (для макаронної фабрики $T_{\text{max}} = 5000 \text{ год}$).

$$P_p = \frac{85 * 20459}{5000} = 347,8 \text{ кВт};$$

Розрахункову активну потужність освітлення можна приймати:

$$P_{\text{осв}} = 0,1 * P_p; \quad (4.17)$$

$$P_{\text{осв}} = 0,1 * 347,8 = 34,78 \text{ кВт}$$

Розрахунок повної потужності трансформаторної підстанції з урахуванням компенсації реактивної потужності

Повну потужність трансформаторної підстанції з урахування компенсації реактивної потужності знаходять за формулою:

$$S_{\text{ТП}} = \sqrt{(P_p + P_{\text{осв}})^2 + (Q_p - Q_{\text{кном}})^2};$$

де Q_p – реактивна розрахункова потужність;

$Q_{\text{кном}}$ – номінальна потужність компенсуючого пристрою.

Реактивну розрахункову потужність знаходять за формулою:

$$Q_p = P_p * \text{tg}\varphi; \quad (4.18)$$

де $\text{tg}\varphi$ - коефіцієнт реактивної потужності, що відповідає споживачів ($\cos\varphi = 0,82$, тоді $\text{tg}\varphi = 0,57$).

$$Q_p = 347,8 * 0,57 = 198,2 \text{ квар.}$$

Потужність компенсуючого пристрою Q_k визначаємо як різницю між розрахунковою реактивною потужністю Q_p і оптимальною реактивною потужністю Q_e , яка задається енергосистемою з умови оптимальної компенсації реактивної потужності.

Потужність компенсуючого пристрою визначають за формулою:

$$Q_k = Q_p - Q_e; \quad (4.19)$$

де Q_e – оптимальна реактивна потужність, що задається енергосистемою. Q_e задаємо з таким розрахунком, щоб:

$$Q_e = K_e * (P_p + P_{\text{осв}}); \quad (4.20)$$

де $K_e = (0,25 \dots 0,3)$;

$$Q_e = 0,25 * (347,8 + 34,78) = 95,64 \text{ квар.};$$

Тоді потужність компенсуючого пристрою буде:

$$Q_k = 198,2 - 95,64 = 102,56 \text{ квар.}$$

Обираємо за допомогою таблиці конденсаторну установку типу КСК2-0.4-67-3УЗ.

$$S_{\text{ТП}} = \sqrt{(347,8 + 34,78)^2 + (198,2 - 95,64)^2} = 485,14 \text{ кВа};$$

Так як для харчових підприємств, відповідно Правил технічної експлуатації електроустановок, трансформаторна підстанція повинна бути двохтрансформаторною, тоді потужність одного трансформатора визначаємо так:

$$S_{\text{Тр}} = (0,6 \dots 0,8) * S_{\text{ТП}}; \quad (4.20)$$

$$S_{\text{Тр}} = 0,6 * 485,14 = 291,08 \text{ кВа}$$

За отриманою потужністю, користуючись таблицею технічних даних трансформаторів, обираємо номінальну потужність трансформатора.

Тип	Номінальна потужність $S_{\text{ном}}$, Кв.А	Номінальна напруга, Кв		Струм холостого ходу I_x , %	Витрати потужності, кВт		Напруга короткого замикання U_k , %
		первинна $U_{1\text{ном}}$	вторинна $U_{2\text{ном}}$		Холостого ходу P_x	Короткого замикання P_k	
ТМ 400/10	400	10	0,4	2,10	1,05	5,50	4,5

Приймаємо трансформаторну підстанцію, до складу якої входять два трансформатори типу ТМ 400/10.

Розрахунок витрат електроенергії на підприємстві

Витрати електроенергії на підприємстві E (в кВт·год) добові та за рік для макаронного підприємства визначаємо за залежностями:

$$E_{\text{доб}} = P_{\text{доб}} * E_{\text{пит}}; \quad (4.21)$$

$$E_{\text{річ}} = P_{\text{доб}} * E_{\text{пит}} * T_p; \quad (4.22)$$

Де $E_{\text{пит}}$ -питомі витрати електроенергії

$$E_{\text{доб}} = 67,3 * 150 = 10095 \text{ кВт/добу}$$

$$E_{\text{доб}} = 67,3 * 150 * 304 = 3068880 \text{ кВт/рік}$$

Напрямки зниження енергоспоживання на підприємстві

З метою зниження енергоспоживання підприємством необхідно виконати ряд заходів:

- провести компенсацію реактивної потужності за допомогою конденсаторної установки;

- обґрунтувати вибір трансформаторної підстанції необхідної потужності з урахуванням графіка добового навантаження;
- скоротити тривалість спільної роботи двох трансформаторів за рахунок відключення одного із трансформаторів;
- замінити лампи розжарювання люмінесцентними лампами.
- передбачити центральне водяне опалення. Водяне опалення має суттєву перевагу порівняно з паровим, що полягає в зміні температури граючої води залежно від температури зовнішнього повітря.

Витрати палива

Теплопостачання макаронної лінії буде здійснюватися від власної котельні, розташованої на території підприємства.

Тепло витрачається на сушіння макаронних виробів, на опалення приміщень, на вентиляцію та кондиціонування повітря, на підігрів води для виробничих та господарсько-побутових потреб, на власні потреби котельні.

За годинною витратою тепла визначають годинну витрату пари на сушіння, на опалення, на вентиляцію та кондиціонування повітря та на підігрів гарячої води за формулою:

$$G = \frac{Q*3,6}{J_n - J_k}, \quad (4.23)$$

де G - годинна витрата пари, кг/год;

Q – годинна витрата тепла на сушіння, опалення, вентиляцію і кондиціонування повітря і на підігрів води, Вт;

J_n - ентальпія пару (вибирається за таблицею в залежності від тиску), кДж/кг;

J_k - ентальпія конденсату, кДж/кг, приймається $J_k = 340$.

Необхідна кількість пари при надлишковому тиску $3,92*10^5$ Н/м² (4 ат) на постійні потреби:

$$G_1 = \frac{430366,8*3,6}{2738-340} = 646 \text{ кг/год};$$

На сезонні потреби:

$$G_2 = \frac{1182027,27*3,6}{2738-340} = 1774,5 \text{ кг/год};$$

В опалювальний період:

$$G = G_1 + G_2 = 646 + 1774,5 = 2420,5 \text{ кг/год};$$

Річні витрати палива на постійні потреби визначаємо за формулою:

$$V_{\text{пост}} = \frac{Q_{\text{год}} * m * n * 3,6}{Q_n^c * \eta}, \quad (4.24)$$

де $V_{\text{пост}}$ – річні витрати палива на постійні потреби, кг за рік чи нм³/рік;

$Q_{год}$ - годинні витрати тепла на постійні потреби, Вт;

m - число годин роботи цеха на добу ($t = 24$);

n - число днів роботи цеха на рік;

Q_H^c - тепломісткість одиниці палива, кДж/кг або кДж/м³;

η - коефіцієнт корисної дії, $\eta = 0,8$.

$$V_{пост} = \frac{430366,8 * 24 * 304 * 3,6}{35600 * 0,8} = 396904 \text{ нм}^3/\text{рік};$$

Річні витрати палива на опалення визначається за формулою:

$$V_{опал} = \frac{Q_{опал} * (t_B - t_{c.o.}) * m * n * 3,6}{(t_B - t_{p.o.}) * Q_H^c * \eta}; \quad (4.25)$$

де $V_{опал}$ - річні витрати палива на опалення, кг за рік або нм³ за рік;

$Q_{опал}$ - витрата тепла на опалення, Вт;

$t_{c.o.}$ - середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, °C;

$t_{p.o.}$ - розрахункова температура зовнішнього повітря в опалювальний період, °C;

n - тривалість опалювального періоду, діб.

$$V_{опал} = \frac{292626,4 * (18+6) * 24 * 180 * 3,6}{(18+18) * 35600 * 0,8} = 106529 \text{ нм}^3/\text{рік};$$

Річні витрати палива на вентиляцію підраховується за формулою:

$$V_{вент} = \frac{Q_{вент} * (t_B - t_{c.o.}) * m * n * 3,6}{(t_B - t_{p.o.}) * Q_H^c * \eta}; \quad (4.26)$$

где $Q_{вент}$ - річні витрати палива на вентиляцію, кг в рік или нм³ в рік;

n - тривалість роботи вентиляції, діб.

$$V_{вент} = \frac{735223,4 * (18+6) * 24 * 80 * 3,6}{(18+18) * 35600 * 0,8} = 118957 \text{ нм}^3/\text{рік};$$

Після визначення витрат палива на постійні і сезонні потреби визначається витрата палива, необхідного для виробництва пари на потреби котельні окремо при роботі котлів, що забезпечують постійні і сезонні потреби. Витрата палива для виробництва пари на потреби котельної проводиться за формулою:

$$V_{кот} = \frac{Q_{кот} * m * n * 3,6}{Q_H^c * \eta}; \quad (4.27)$$

$$V_{кот} = \frac{154177,47 * 24 * 304 * 3,6}{35600 * 0,8} = 142189 \text{ нм}^3/\text{рік};$$

Результати розрахунків представлені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.6 – Розрахунок тепла, пара і палива

Статті витрат	Витрата тепла, Вт	Витрати пари, кг/год	Витрати палива, нм ³ у рік
1. На постійні потреби			
На сушіння виробів	215568		
На гаряче водопостачання	158664		
Разом	374232		
На потреби котельні	56134,8		
Всього на постійні потреби	430366,8	646	396904
2. На сезонні потреби			
На опалення	292626,4		106529
На вентиляцію і кондиціювання	735223,4		118957
Разом	1027849,8		225486
На потреби котельні	154177,47		142189
Всього на сезонні потреби	1182027,27	1774,5	367675
Загальні витрати в опалювальний період	1612394,07		764579

Примітка: витрати пари на потреби котельної приймається рівною 15 % від витрати пари на постійні та на сезонні потреби котельної.

За сумарними річними витратами палива визначається питома витрата палива на 1 т готової продукції:

$$V_{\text{пит}} = \frac{V_{\text{год.общ.}}}{P}, \quad (4.28)$$

де P - потужність підприємства, т/рік;

$$V_{\text{пит}} = \frac{764579}{20000} = 38,2 \text{ нм}^3/\text{т};$$

Питомі витрати умовного палива складуть (теплотворна здатність 1 кг антрациту 29330 кДж/кг):

$$V_{\text{пит}}^{\text{умовн}} = \frac{V_{\text{пит}}}{29330}, \quad (4.29)$$

$$V_{\text{пит}}^{\text{умовн}} = \frac{38,2 \cdot 35600}{29330} = 46,3 \text{ кг/т}.$$

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз потенційно шкідливих і небезпечних факторів на підприємстві

Шкідливий виробничий фактор - вплив якого може привести до погіршення стану здоров'я, зниження працездатності робітника.

Небезпечний виробничий фактор – виробничий фактор, дія якого за певних умов може привести до травм або іншого раптового погіршення здоров'я працівника.

На підприємстві під час роботи виникають наступні потенційно шкідливі і небезпечні виробничі фактори (НШВФ):

- частини машин та механізмів, що рухаються та обертаються, рухомі частини виробничого обладнання – транспортери та елеватори (на першому поверсі при транспортуванні макаронних виробів до стабілізаторів накопичувачів і на пакування), обертові лопаті (в пресі у тістозмішувачах, при пресуванні, ножі при нарізанні макаронних виробів);

- підвищена запиленість борошном – склад БЗБ, а саме силосно-просіювальне відділення (ГДК борошна 6,0 мг/м³);

- підвищена температура поверхні обладнання та повітря робочої зони – сушильне відділення, стабілізація, охолодження;

- знижена температура поверхні обладнання та повітря робочої зони – холодильна камера;

- підвищена рухливість повітря – склад БЗБ (силосно-просіювальне відділення), нормативне значення швидкості руху повітря – 0,2 – 0,3 м/с; теплового періоду – 0,3 м/с;

- підвищений рівень статичної електрики – електрообладнання, що розміщене на рухливих частинах машин і механізмів, все технологічне і транспортне обладнання складів безтарного зберігання борошна – ємності, машини, комунікації, транспортні засоби, повітряні компресори, повітрорудувки, обладнання вагового і силосно-просіювального відділення;

- гострі краї та кути обладнання, задирки на поверхні обладнання та лотків;

- біологічні фактори – патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси на підлозі);

- хімічні фактори – різні засоби для миття та дезінфекції обладнання, полу тощо);

- фізичні чинники – переважно динамічні навантаження;

Коефіцієнти природного освітлення (КПО) на робочих поверхнях в приміщеннях макаронного виробництва при верхньому або верхньому і боковому освітленні наступні

основні виробничі приміщення – 4,0 – 3,0 (%);

складські приміщення – 2,0 – 1,0 (%);

лабораторії – 5,0 (%);

ремонтні майстерні – 4,0 (%).

При проектуванні і виготовленні машин і устаткування для виробництва необхідно враховувати основні вимоги безпеки для обслуговуючого їхнього персоналу, а також надійність і безпека експлуатації цих пристроїв.

При проведенні різних технологічних процесів на виробництві виникають небезпечні зони, у яких на працюючих впливають небезпечні і шкідливі виробничі фактори. Прикладом таких факторів можуть служити небезпека механічного травмування (одержання травм у результаті впливу частин машин, що рухаються, і устаткування, що пересуваються виробів, що падають з висоти предметів і ін), небезпека поразки електричним струмом, вплив різних видів випромінювання (теплого, електромагнітного, іонізуючого), інфра- і ультразвуку, шуму, вібрації хімічний вплив від ліній травлення друкованих плат і т.д.

Розміри небезпечної зони в просторі можуть бути перемінними, що зв'язано з рухом частин чи устаткування транспортних засобів, а також з переміщенням персоналу, або постійними.

Таблиця 5.1. - Характеристика та нормовані значення небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Найменування небезпечних та шкідливих виробничих факторів	Джерело або місце виникнення	Нормоване значення	Нормативний акт
Частини машин та механізмів, що рухаються та обертаються, рухомі частини виробничого обладнання	Транспортери та елеватори, обертові лопаті, ножі	-	НПАОП 15.8-1.27-02
Підвищена запиленість борошном	Склад БЗБ, а саме силосно-просіювальне відділення	ГДК борошна 6,0 мг/м ³	НПАОП 15.8-1.27-02

Продовження таблиці 5.1.

Найменування небезпечних та шкідливих виробничих факторів	Джерело або місце виникнення	Нормоване значення	Нормативний акт
Підвищена температура поверхні обладнання та повітря робочої зони	Сушильне відділення	25(+/-3) °С	НПАОП 15.8-1.27-02
Підвищений рівень шуму на робочому місці	Увесь виробничий корпус	80 дБА	НПАОП 15.8-1.27-02
Підвищена рухливість повітря	Склад безтарного зберігання борошна (силосно-просіювальне відділення)	0,2 – 0,3 м/с; теплого періоду – 0,3 м/с	НПАОП 15.8-1.27-02
Обладнання, яке розташоване на висоті	Преси, бункера та витратні ємності	Висотою 4,7 м та 5,5 м	НПАОП 15.8-1.27-02
Підвищений рівень статичної електрики	Електрообладнання	-	НПАОП 15.8-1.27-02
Підвищене значення напруги електричного ланцюга, замикання якого може відбутися через тіло людини	Увесь виробничий корпус	380 В	НПАОП 15.8-1.27-02
Недостатність природного світла	Робочі місця	КПО не менше 1%	ДБН В.2.5-28-2006
Розташування робочого місця на висоті 1,5 – 3 м щодо поверхні землі (підлоги).	Естакада (виробниче відділення)	-	НПАОП 15.8-1.27-02
Хімічні фактори			
Токсичні, подразнюючі, сенсibiliзуючі, хімічні речовини, що можуть проникати до організму людини через органи дихання, шлунково-кишковий тракт, шкірні покриви і слизові оболонки	Центральна та цехові лабораторії, миття та дезінфекція цеху та обладнання	ГДК для кислот 1-5 мг/м ³ , для лугів – 0,5мг/м ³	НПАОП 15.8-1.27-02
Біологічні фактори			
Патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси тощо) і продукти їхньої життєдіяльності	При порушенні санітарного стану	-	-

Продовження таблиці 5.1.

Найменування небезпечних та шкідливих виробничих факторів	Джерело або місце виникнення	Нормоване значення	Нормативний акт
Психофізіологічні фактори			
Фізичні перевантаження (статичні і динамічні)	Статичні – на ділянці пакувальних автоматів, динамічні – під час всього виробництва	Робота середньої важкості Па і Пб	ДСН 3.3.6.042-99
Перенапруга аналізаторів: зорових, слухових, аналізаторів нюху	Фізична праця на будь-якій ділянці виробництва	-	-
Монотонність праці	На усіх робочих місцях, особливо в пакувальному відділенні	-	-
Емоційні перевантаження	Конфлікти	-	-

5.2 Заходи, передбачені для створення безпечних умов праці

Для захисту від впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів використовують засоби колективного й індивідуального захисту. Тут розглянемо основні засоби колективного захисту, що поділяються на огорожувальні, запобіжні, що блокують, що сигналізують, системи дистанційного керування машинами й устаткуванням, а також спеціальні.

Запобіжні пристрої — це такі пристрої, що автоматично відключають чи машини агрегати при виході якого-небудь параметра устаткування за межі припустимих значень.

Прикладами пристроїв цього типу можуть служити: запобіжні клапани і розривні мембрани, установлені на судини, що працюють під тиском, для запобігання аварії, різні гальмові пристрої, що дозволяють швидко зупинити частини устаткування, що рухаються; кінцеві вимикачі й обмежники підйому, що охороняють механізми, що рухаються, від виходу за встановлені межі, і інші.

При пристрої огорожень дотримано визначені вимоги:

- огороження повинні бути досить міцними, щоб витримувати удари часток (стружки), що виникають при обробці деталей, а також випадковий вплив обслуговуючого персоналу, і надійно закріпленими;
- огороження виготовляються з металів (як суцільних, так і металевих сіток і ґрат), пластмас, дерева, прозорих матеріалів (органічне скло, триплекс і ін.);
- усі відкриті обертові і частини машин, що рухаються повинні бути закриті огороженнями;
- внутрішня поверхня огорожень повинна бути пофарбована в яскраві кольори (яскраво-червоний, жовтогарячий), щоб було помітно, якщо огороження зняте;
- забороняється робота зі знятим чи несправним огороженням.

5.3 Заходи з пожежо-, вибухо- безпеки

Протипожежна техніка безпеки представляє собою ряд заходів, покликаних унеможливити виникнення пожеж, і організацію їх гасіння. У цеху організують пожежну охорону. За пожежною небезпекою все виробництва підрозділяються на п'ять категорій: А, Б, В, Г і Д. Макаронні фабрики відносяться до категорії Г, тому що пов'язані з обробкою негорючих речовин в гарячому стані, що супроводжується виділенням променистого тепла, іскор і полум'я.

Горищні приміщення необхідно утримувати в чистоті і замикати на замок; ключі від горищних приміщень повинні зберігатися в певному місці, доступному для одержання їх у будь-який час доби. У горищних приміщеннях забороняється: влаштовувати склади, архіви, зберігати будь-які речі або матеріали, особливо горючі, за винятком віконних рам; прив'язувати до димоходів мотузки для сушіння білизни і зміцнювати за димоходи радіо- і телеантени; застосовувати для утеплення перекриттів торф, тирсу та інші горючі матеріали.

Для видалення пари в цехах встановлено штучну припливно-витяжну вентиляцію. При експлуатації вентиляції необхідно своєчасно очищати її від пилу і смолистих продуктів, так як вони можуть спалахнути і запалити розташовані поблизу легко загоряються предмети.

При роботі на електротеплової апаратури для запобігання загоряння ізоляції при перевантаженні мережі встановлюють плавкі запобіжники.

Всі приміщення цеху, комори повинні мати по одному вогнегаснику і одному ящику з піском для гасіння загоряння.

Серед первинних засобів пожежогасіння особливе місце займають вогнегасники. Залежно від вогнегасних речовин, що використовуються, вогнегасники ділять на пінні, газові та порошкові.

Пінні вогнегасники застосовують для гасіння твердих та рідких горючих матеріалів. Вони випускаються двох типів: ВПП-5 та ВПП-10. До переваг пінних вогнегасників можна віднести низьку вартість, надійність та майже повну відсутність експлуатаційних витрат (раз на рік вогнегасники підлягають зовнішньому огляду)

Газові вогнегасники випускають трьох типів: ВВ-2, ВВ-5 та ВВ-8 (цифри показують місткість балону у літрах). До переваг газових вогнегасників можна віднести відносно низьку вартість, надійність порівняно невеликі експлуатаційні витрати (раз на рік вогнегасники підлягають зважуванню, якщо вага відрізняється від паспортної потрібна перезарядка).

Промисловість випускає порошкові вогнегасники марок ПС-1, ПС-2, ОП-9, ОП-10(з), ОПУ-5 та ін.

Для своєчасного здійснення заходів з евакуації людей, включення стаціонарних установок пожежогасіння, виклика пожежних, тощо, вибухопожежонебезпечні об'єкти обладнуються системами пожежної сигналізації, запуск яких може здійснюватись автоматично або вручну.

Система пожежної сигналізації повинна швидко виявляти місця виникнення пожежі, надійно передавати сигнал на приймально-контрольний прилад і до пункту прийому сигналів про пожежу, перетворювати сигнал про пожежу у сприйнятливий для персоналу захищеного об'єкта форму, вмикати існуючі стаціонарні системи пожежогасіння, забезпечувати самоконтроль функціонування.

Безпека людей, що знаходяться всередині будівлі, забезпечується кількістю і розміром виходів з приміщень, а також шляхами евакуації людей під час пожежі. План евакуації вивіщується на стіні на видному місці.

В таблиці 5.2. наведені категорії виробництв з пожежовибухобезпеки.

Таблиця 5.2. - Категорії виробництва пожежовибухобезпеки

Найменування будівель і споруд	Категорія, клас		
	Характер середовища	пожежовибухобезпеки	пожежовибухобезпеки за ПУЕ
Склад безтарного зберігання борошна	СП, ППН	Б	В – II а
Приміщення для прийняття і зберігання сировини	СП	В	II – II а
Відділення підготовки сировини до виробництва	СП	В	II – II а
Приміщення миття матриць	ВП	Д	-
Пресувальне відділення	ВП	Д	-
Сушильне відділення	ВП	Д	-
Пакувальне відділення	ВП	В	II – II а
Склад готових виробів. Експедиція	СП,ЖП	В	II – II а
Склад зберігання картонних ящиків, паперу, картону	СП	В	II – II а

Примітка:

СП – сухі приміщення, в яких відносна вологість не більше 60%;

Категорія Б. До цієї категорії належать вибухопожежонебезпечні виробництва з використанням: горючих газів, нижня межа вибуховості яких більша за 10 %; рідин з температурою спалаху пари вищою за 28 °С до 61 °С включно; рідин, нагрітих за умов виробництва до температури спалаху і вище; горючого пилу або волокон, нижня межа вибуховості яких 65г/м³ і менша до об'єму повітря за умови, що вказані гази, рідини та пил можуть утворювати вибухонебезпечні суміші в об'ємі, що перевищує 5 % об'єму приміщення.

Категорія В. До неї належать пожежонебезпечні виробництва із застосуванням: рідини з температурою спалаху парів вищою за 61°С; горючого пилу або волокна, нижня межа вибуховості яких більша за 65 г/м³ до об'єму повітря; речовин, здатних горіти тільки при взаємодії з водою, киснем повітря або одна з одною; твердих згорюємих речовин і матеріалів.

Категорія Д. Це виробництва, пов'язані з обробкою вогнетривких речовин і матеріалів в холодному стані.

Зони класу В-Па розташовані в приміщеннях, де вибухонебезпечні суміші пилу і волокон утворюються тільки у зв'язку з аваріями і несправностями в роботі технологічного обладнання.

Зони класу П-Па розташовані в приміщеннях, в яких містяться тверді горючі речовини.

Передбачення наступних систем пожежогасіння:

Внутрішня - від пожежних кранів, установлених на мережі внутрішнього протипожежного водопроводу (Пожежні крани внутрішнього протипожежного водопроводу в усіх приміщеннях обладнані рукавами та стволами, а також важелями для полегшення - відкривання вентиля. Пожежні рукави сухі, скоченні і приєднані до кранів і стволів. Пожежні крани розміщені у вбудованих або навісних опломбованих шафках. На дверцятах пожежних шафок із зовнішнього боку вказані: літерний індекс ПК, порядковий номер крану та номер телефону для виклику пожежної охорони.

Зовнішня – від пожежних гідрантів, установлених на зовнішній мережі протипожежного постачання (під'їзди і підходи до пожежних водойм резервуарів і гідрантів завжди вільні. Біля місця розташування пожежного гідранта встановлений світловий або флуоресцентний покажчик з нанесеним літературним індексом ПГ; цифровими значеннями відстані у метрах від покажчика до гідранта і внутрішнього діаметра трубопроводу в міліметрах. Біля пожежної водойми встановлені світлові або флуоресцентні покажчик з нанесеним літературним індексом ПВ, цифровими значеннями запасу води в кубічних метрах та кількості пожежних автомобілів що можуть бути одночасно встановлені на майданчику біля водойми).

Шляхи евакуації

До шляхів евакуації відносять сходи, які ведуть до евакуаційного виходу. Відповідно вимогам евакуаційними вважаються лише ті виходи, що ведуть:

- із приміщень першого поверху на вулицю або в коридор, вестибюль і на сходи (б виходів);
- із приміщення в сусідні приміщення, розміщених на тому ж поверсі і забезпечені виходами, що відповідають вимогам відповідно пунктів а) і б) при умові, що вони мають вогнестійкість не нижче 3-го ступеню і не відносяться по пожежній безпеці до категорії I і II.

У випадку пожежі у виробничих цехах передбачено планом 12 евакуаційних виходи. Мінімальна ширина дверей 0,8 – 1,0 м, проходів – 1,4 м; для забезпечення швидкого і безпечного вилучення людей і матеріальних цінностей.

Двері призначені для виходу на пожежні сходи, мають освітлену надпис «Вихід на пожежні сходи».

Всі шляхи евакуації забезпечені евакуаційним освітленням.

5.4 Заходи з охорони навколишнього середовища, ресурсо- та енергозбереження

Охорона навколишнього середовища - система заходів щодо раціонального використання природних ресурсів, збереження особливо цінних та унікальних природних комплексів і забезпечення екологічної безпеки. Це сукупність державних, адміністративних, правових, економічних, політичних і суспільних заходів, спрямованих на раціональне використання, відтворення і збереження природних ресурсів землі, обмеження негативного впливу людської діяльності на навколишнє середовище.

Охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини - невід'ємна умова сталого економічного та соціального розвитку України.

Основним забруднювачем навколишнього природного середовища є промисловість, тому екологізація всієї економічної діяльності є необхідною і обов'язковою.

Зменшення шкідливого впливу промислового виробництва вирішується за кількома напрямками:

1) шляхом удосконалення очищення шкідливих викидів і відходів промислового виробництва, підвищення ефективності роботи очисних споруд, суворого дотримання нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин у навколишнє середовище;

2) шляхом удосконалення технологічних процесів з метою очищення відходів виробництва, випуску екологічно чистої продукції;

3) шляхом зміцнення режиму екології;

4) шляхом запровадження маловідходної і безвідходної технології, заснованої на комплексному використанні природних ресурсів, при замкнутому циклі виробництва.

При проведенні санітарно-гігієнічної оцінки ділянки відведеної під будівництво закладу звертається увага на величину санітарно-захисної зони, розміри ділянки, характер рельєфу будівельного майданчика, гідрогеологічні показники, характер ґрунту, глибину залягання ґрунтових вод, напрямки панівних вітрів і т.д.

Для зменшення несприятливої дії на навколишнє середовище та організм людини для харчових підприємств мінімальна санітарно-захисна зона приймається рівною 50 м.

Не допускається розташування майданчиків для будівництва харчових підприємств на місці колишніх звалищ, скотомогильників тощо, якщо з моменту припинення їх експлуатації минуло менше двадцяти років.

Площа території повинна відповідати потужності підприємства.

Санітарно-захисна зона для харчових підприємств має бути озеленена не менше ніж на 60%, що є важливою гігієнічною вимогою.

Рельєф місцевості повинен бути рівнинним, що забезпечує вільний стік зливних вод.

Ступінь забудови ділянки не повинен перевищувати 30%. Це сприяє його кращому освітленню і провітрюванню.

Висота стояння ґрунтових вод не повинна перевищувати 0,5 м від основи фундаменту або 1 м від підлоги підвалу. При розміщенні закладів слід враховувати розу вітрів: ділянку слід розташовувати з навітряного боку відносно промислових об'єктів, сантехнічних споруд і пристроїв комунального призначення; відносно лікувально-профілактичних і дитячих установ є бажаним підвітряне розміщення підприємства.

Розташування будівель і споруд на території підприємства повинно забезпечувати найбільш сприятливі в гігієнічному відношенні умови праці з точки зору природного освітлення, вентиляції, а також боротьби із зайвою або недостатньою інсоляцією

Ділянка в основному має прямокутну форму. Найбільш раціональною вважається форма ділянки при співвідношенні його сторін 1:2,1:1,1:1,5. Земельні ділянки повинні забезпечувати розміщення самого об'єкта і необхідних допоміжних будівель для різних господарських потреб: зберігання палива, транспорту та ін. Територія ділянки повинна бути відповідним чином упорядкована (озеленення, асфальтування та ін.).

В'їзди і пішохідні доріжки повинні бути заасфальтовані, господарчу зону слід відокремити зеленими насадженнями. Всі допоміжні будівлі і споруди, що включаються до складу господарської зони, слід розміщувати з підвітряного боку по відношенню до будівель виробничо-експедиційної зони на відстані не менше 50 м від виробничих приміщень, експедиції, місць зберігання харчової сировини і готової продукції. У тих випадках, коли є можливість розділити ці зони смугою зелених насаджень у два ряди, допускається скорочення вказаної відстані до 25 м. Щоб запобігти зустрічним перевезенням продуктів харчування з нехарчовими вантажами, на території влаштовують другий під'їзд для вивезення сміття, відходів, завозу палива та ін.

Борошно, а точніше борошняний пил в сполученні з повітрям при досягненні певної концентрації утворює вибухонебезпечну суміш. Так само борошняний пил погано позначається на здоров'ї людини – осідаючи на поверхні дихальних шляхів і легенів викликає розвиток астми або силікозу легень. Велику небезпеку представляє борошниста пил, що осів у приміщенні на поверхні обладнання і підлоги, при не регулярного прибирання і значному накопиченні.

Небезпека вибуху залежить від концентрації пилу, її дисперсності, вмісту в ньому летких речовин, зольності (тобто наявності неорганічних речовин), вологості. Борошняна пил відноситься до II – го класу вибухонебезпеки з НКПРП 15-65 мг/м³.

Повітря, що видаляється місцевими відсмоктувачами від технологічного обладнання потребує спеціальної очистки. У приміщеннях з виділенням пилу рециркуляція повітря заборонена.

У виробничі приміщення, де присутні пиловиділення з місцевими відсмоктувачами, подачу припливного повітря необхідно проводити у верхню зону з невеликими швидкостями, щоб виключити запилювання.

Транспортні механізми та технологічне обладнання, де виділяється борошняний пил потребують в аспіруванні з допомогою аспіраційних установок.

Робота аспіраційної системи повинна бути заблокована з автоматикою керування роботою технологічного устаткування, яке вона обслуговує. Це виключить можливість роботи технологічного обладнання при вимкненій системі аспірації.

Для очищення повітря від борошняного пилу застосовують двох ступеневу очищення повітря:

1. Перша ступінь очищення за допомогою циклону (ефективно вловлює частинки розміром більше 15 - 20 мкм).

2. Друга ступінь очищення за допомогою тканинного пиловловлювача (ефективно вловлює частинки розміром менше 10 - 15 мкм).

Розмір частинок борошняного пилу, як правило, коливається в межах 1-240 мкм, причому близько половини часток має розміри 50-40 мкм.

У макаронній промисловості велике поширення також отримали – тканинні пиловловлювачі (рукавні фільтри). Вони використовуються для очищення повітря від сухого пилу. У мішковибивальних машинах рукавні фільтри передбачаються в якості додаткового очищення.

Водопостачання макаронних підприємств є безперебійним пристроєм двох вводів від кільцевої міської водопровідної мережі. Вода що застосовується на підприємствах, повинна задовольняти вимогам ДСТ 7525:2014. Щоб уникнути появи конденсату або вологи всі трубопроводи холодної води діаметром 25 мм і більше повинні бути відповідним чином ізольовані. Трубопроводи гарячої води діаметром 25 мм і більше ізолюються від охолодження. Передбачено оборотне водопостачання для потреб технологічного обладнання. Стічні води макаронної фабрики повинні скидатися у міську каналізацію.

РОЗДІЛ 6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

6.1. Робоча гіпотеза

6.1.1 Економічна мета науково-дослідної роботи

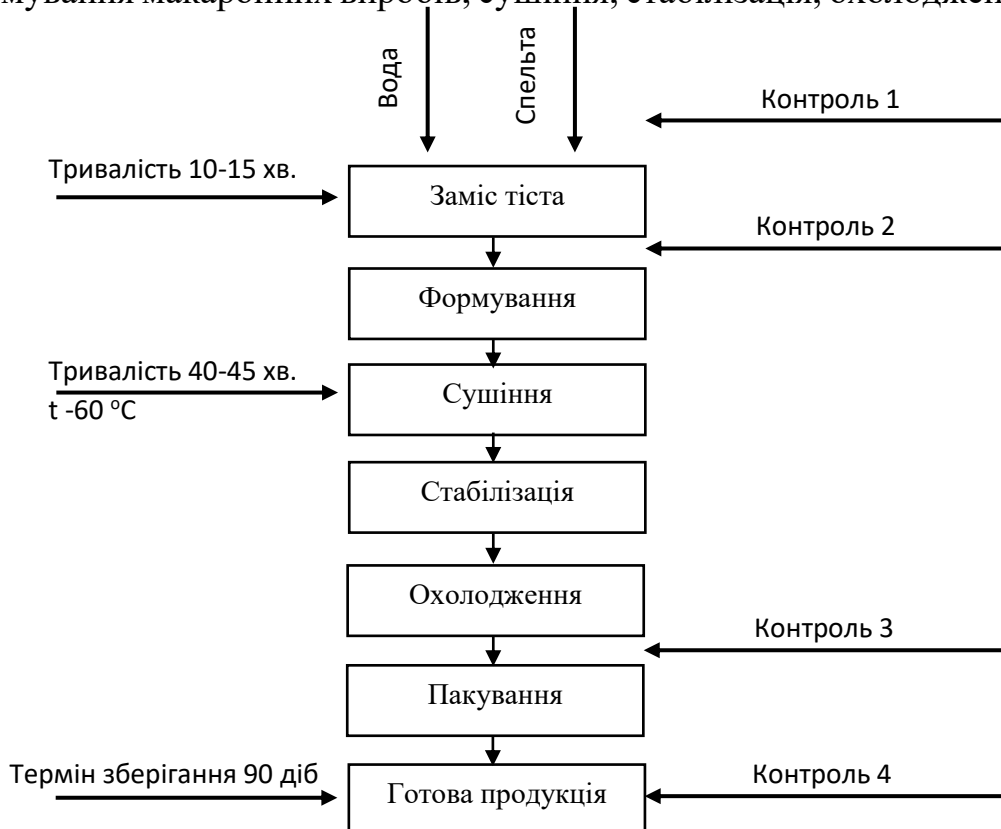
Економічною метою науково-дослідної роботи є збільшення прибутку підприємства за рахунок підвищення якості макаронних виробів (поліпшення харчової цінності), передбаченим удосконаленням рецептури за рахунок використання нової сировини.

Для досягнення поставленої мети передбачається виконання наступних стадій інноваційного процесу:

- формулювання концепції досліджень;
- проведення прикладних науково-дослідних робіт;
- експериментальні дослідження у виробництві;
- сертифікація продукції;
- патентування новації.

6.1.2 Зміст науково-дослідної роботи

За технологією виготовлення макаронних виробів з підвищеною харчовою цінністю використовують борошно із цільнозмеленої спельти і попередньо підготовлену питну воду. Розроблена технологія передбачає: заміс тіста, формування макаронних виробів, сушіння, стабілізація, охолодження та пакування.



На схемі наведено:

- операції у послідовності їх виконання;
- операція зазначена у вигляді прямокутника з надписом усередині назви операції;
- між операціями стрілками вказані матеріальні потоки;
- справа від операцій стрілками вказані місця (точки) контролю показників з вказівкою номера контролю;
- зліва від операцій стрілками вказані місця варіації параметрів зі значеннями цих параметрів.

Досліди по розробці даної технології проводяться на кафедрі ТХКМВіХ в лабораторних умовах з використанням борошна з цільнозмеленої спельти та питної води.

Опис методики досліджень

Опис методики виробництва макаронних виробів з цільнозернового борошна спельти

1.Заміс тіста.

Перед початком замісу проводять контроль борошна,(контроль 1) перевіряють його на органолептичні та фізико-хімічні показники, так як якість макаронного тіста напряму залежить від сировини.

Відважують необхідну кількість борошна і відміряють мірним циліндром необхідну кількість води, і дозують і тістомісильну машину . Даль включають електродвигун тістомісильної машини і поступово додають воду, рівномірно розподіляючи її по поверхні борошна. Тривалість замісу 10-15 хв до однорідної консистенції.

2.Формування

По закінченні замісу виключають тістомісильну машину і аналізують одержані зразки тіста (контроль 2) за органолептичними структурно-механічними та фізико-хімічними показниками - зовнішній вигляд, адгезійна міцність, гранична напруга зсуву, вологість.

Далі тісто поступає до прокатувальної машини , де прокатують тісто декілька разів до товщини пласта 2-2.5 мм. Пласт тіста направляють до формуючої машини , за допомогою матриці тісто продавлюються через канали і ми отримуємо вироби необхідної форми.

3. Сушіння

Висушують макаронні вироби в сушарці, розкладеними на сітчастих рамках при температурі 60-65 °С та відносній вологості сушильного повітря 60-80 % в процесі сушіння автоматично підтримується температура сушильного агента і його відносна вологість за допомогою електричної схеми управління.

4. Стабілізація

Стабілізація напівфабрикату макаронних виробів здійснюється в кінці процесу сушіння, є її заключним етапом, на якому відбувається вирівнювання вологи і температури по всій товщі макаронних виробів.

5. Охолодження

Цей процес необхідний для того, щоб знизити високу температуру виробів, що виходять з сушарки, до температури повітря пакувального відділення. Якщо макаронні вироби упаковувати без охолодження, то випаровування вологи буде тривати в упаковці, що призведе до зменшення маси упакованих виробів, а при вологонепроникній упаковці - до конденсації вологи на її внутрішній поверхні. Перед пакуванням відбувається (контроль 3), де перевіряється вологість, температура, кислотність, зовнішній вигляд, варильні властивості.

Перелік та методика контролю показників при дослідженні технологічних режимів наведена у вигляді таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 - Перелік та методи контролю показників при проведенні досліджень

Найменування показника, одиниці вимірювання	Методи контролю	Кількість дослідів показників
Контроль 1 – Перевірка якості сировини – борошна		
Смак, запах, колір, сторонні крапління, наявність амбарних шкідників	Органолептично	4
Масова частка вологи, %	Експрес-метод Необхідне: прилад ВНДІХП-ВЧ, ексікатор, технічні ваги	4
Вміст металодомішок	Магнітний	4
Титрована кислотність, град	Титриметричний метод Необхідне: бюретка з розчином лугу, індикатор, конічна колба, піпетка	4

Продовження табл 6.1.

Найменування показника, одиниці вимірювання	Методи контролю	Кількість дослідів показників
Кількість та якість сирії клейковини	Кількість та якість сирії клейковини Необхідне: холодна вода, ваги, посудина	2
Контроль 2 - Перевірка якості напівфабрикату – тіста		
Масова частка вологи, %	Експрес-метод Необхідне: прилад ВНДІХП-ВЧ, ексикатор, технічні ваги	6
Зовнішній вигляд (комкуватість)	Органолептично	6
Титрована кислотність, град	Титрометричний метод Необхідне: бюретка з розчином лугу, індикатор, конічна колба, піпетка	6
Гранична напруга зсуву	Пенетрометр АР-4/1, бюкса, конус кутом 30°	3
Адгезійні властивості	Адгезіометр, матеріал – сталь, вантаж масою 400 г.	3
Контроль 3 - Перевірка якості готового виробу – після охолодження		
Масова частка вологи, %	Експрес-метод Необхідне: прилад ВНДІХП-ВЧ, ексикатор, технічні ваги	6
Титрована кислотність, град	Титрометричний метод Необхідне: бюретка з розчином лугу, індикатор, конічна колба, піпетка	6
Зовнішній вигляд	Органолептично	3
Варильні властивості	Електрична плита, каstrюля, вода	3
Контроль 4 - Перевірка якості готового виробу – після зберігання		
Масова частка вологи, %	Експрес-метод Необхідне: прилад ВНДІХП-ВЧ, ексикатор, технічні ваги	6
Титрована кислотність, град	Титрометричний метод Необхідне: бюретка з розчином лугу, індикатор, конічна колба, піпетка	6
Колір, смак, запах	Органолептично	3

Обсяг досліджень також дає можливість визначити витрати часу на проведення досліджень, який наведений у таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 - Визначення часу досліджень

№ п/п	Найменування операцій та точок контролю	Тривалість часу одного режиму, хв	Кількість досліджень режимів або показників, од.	Загальна тривалість досліджень показника, хв
1	Сировина			
	<i>Контроль 1</i>			
	Органолептично	5	4	20
	Масова частка вологи	10	4	40
	Вміст металодомішок	5	4	20
	Титрована кислотність	10	4	40
	Кількість та якість сирової клейковини	30	2	60
2	Заміс тіста	25	3	75
	<i>Контроль 2</i>			
	Зовнішній вигляд (комкуватість)	5	3	15
	Масова частка вологи	10	6	60
	Титрована кислотність	10	6	60
	Гранична напруга зсуву	5	3	15
	Адгезія	5	3	15
3	Формування	20	3	60
4	Сушіння	40	3	120
5	Стабілізація	15	3	45
6	Охолодження	20	3	60
	<i>Контроль 3</i>			
	Масова частка вологи	10	6	60
	Титрована кислотність	10	6	60
	Зовнішній вигляд	5	3	
	Варильні властивості	15	3	
7	Зберігання			
	<i>Контроль 4</i>			
	Масова частка вологи	10	6	60
	Титрована кислотність	10	6	60
	Органолептична оцінка	10	3	30
-	Всього	-	-	975

Тривалість досліджень складає:

Годин: $975/60=17$ год

Днів роботи (по 2 години в день): $17/2=8,5$ днів

Тижнів роботи (по 5 днів в тижень): $8,5/5=1,7$ тижнів +3 місяці на зберігання

Місяців: $4,7/4=1,2$ місяці.

6.1.3 Порядок впровадження у виробництві результатів дослідження

Впровадження результатів дослідження планується на підприємстві

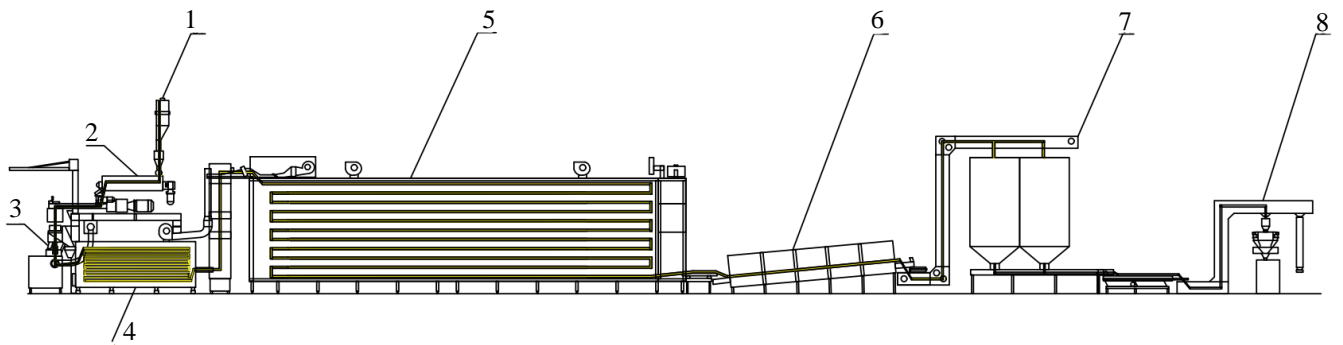


Рис. 1. Приведена машинно-апаратурна схема лінії виробництва короткорізаних макаронних виробів марки Pavan short-cut line.

Данна схема включає в собі:

- 1- макаронний прес
- 2- шнек
- 3- матриця
- 4- попередня сушарка
- 5- остаточна сушарка
- 6- кулер-охолоджувач
- 7- стабілізатор-охолоджувач
- 8- фасувально-пакувальний автоматі

Реконструкція будівлі не потребується. Зміни чисельності працюючих не відбувається. Обладнання буде обслуговувати оператор-тістоміс. Оскільки планується виготовлення нової продукції більш високої якості, необхідні додаткові витрати коштів на рекламу.

6.1.4 Очікувані економічні результати

Впровадження отриманих результатів дослідження при виробництві макаронних виробів зі спельти на підприємстві дозволить отримати додатковий прибуток за рахунок збільшення об'єму реалізації нової продукції.

На базовому підприємстві очікується зміна наступних показників:

- збільшення обсягів виробництва та реалізації продукції, завдяки впровадження нового продукту функціонального призначення;
- збільшення прибутку підприємства за рахунок підвищення якості готового продукту;
- збільшення прибутку підприємства за рахунок розширення асортименту продукції.

Згідно робочої гіпотези очікується отримання додаткового прибутку за рахунок підвищення якості готового продукту (поліпшення харчової цінності традиційного продукту), тобто макаронних виробів зі спельти, передбаченим удосконаленням рецептури та охоплення додаткових споживачів.

(ΔРП). Ціна продукції не змінюється.

$$\Delta\P = \Delta\P\DeltaРП - \Delta В;$$

$$\Delta\P\DeltaРП = \DeltaРП * (P/1+P);$$

де ΔРП- прибуток за рахунок підвищення якості готового продукту, завдяки виготовленню продукції функціонального призначення, грн.;

ΔВ - додаткові витрати, які виникають при впровадженні продукції у виробництво, грн.;

P - рентабельність (приймаємо 20 %).

Збільшення об'ємів реалізації можливо завдяки охопленню додаткових споживачів за рахунок виробництва макаронних виробів із цільнозернового борошна спельти.

Визначення додаткового обсягу реалізації ΔРП і прибутку

Визначення оптової ціни підприємства

Відпускна ціна продукції на підприємстві складає 45,60 тис. грн. /т, тоді оптова ціна підприємства складає:

$$Ц_{\text{опт.}} = Ц_{\text{від.}} / 1,20 = 45,60/1,20 = 38,00 \text{ тис. / грн. / т}$$

де податок на додану вартість складає 20 %.

При виготовленні продукту планується збільшити об'єм реалізованої продукції на 10%, (10% від 1000 т = 100 т).

$$\Delta PП = Ц_{опт.} * \Delta V = 38,00 * 100 = 3800 \text{ тис. грн.}$$

$$\Delta П\Delta PП = \Delta PП * (P/1+P) = 3800 * (20/120) = 634,0 \text{ тис.грн.}$$

Визначення додаткових витрат ΔB

Додаткові витрати виникають за рахунок встановлення нового обладнання та виділення під нього додаткової площі, використання додаткової сировини та витрати енергії на її обробку.

Витрати змінюються по таких статтях:- сировина,- електроенергія,-зарплата,- нарахування,- амортизація,- експлуатація,- інші витрати

$$\Delta B = B_{сир} + B_{ел.ен} + B_{зп} + B_{нар} + B_{ам} + B_{екс} + B_{ін}$$

Додаткові витрати на сировину виникають у зв'язку з повною заміною основної сировини борошна пшеничного на цільнозернове борошно спельти.

Найменування додаткової сировини	Кількість сировини на 1т продукції, кг	Ціна 1 кг сировини	Витрата сировини на 1т продукції, грн
Цільнозернове борошно спельти	1000	25,0	25000

При виготовлені продукту планується збільшити об'єм реалізованої продукції на 10%, (10% від 1000 т = 100 т).

Заробітна плата

Передбачається, що лінію буде обслуговувати оператор-тістоміс.

Оператору встановлюється доплата 20% від ставки, яка складає 6420 грн.

Тоді доплата оператора на обслуговування даної лінії становить 1284грн. На рік $1284 * 12 = 15,4$ тис.грн.

Нарахування на заробітну плату становлять 41,5% і дорівнюють:

$$N_{зп} = \Delta ZП * 0,415 = 15\ 408 * 0,415 = 6,4 \text{ тис.грн}$$

Інші витрати складають 10% від загальних витрат і складають:

$$B_{пр} = (25 + 15,4 + 6,4) * 10\% = 4,68 \text{ тис. грн.}$$

Загальні зміни витрат:

$$\Delta B = (25 + 15,4 + 6,4) + 4,68 = 51,48 \text{ тис. грн.}$$

Розраховуємо збільшення прибутку:

$$\Delta П = \Delta П\Delta PП - \Delta B = 634,0 - 51,48 = 582,52 \text{ тис. грн.}$$

Визначення інноваційного бюджету та інвестицій у виробництво

Розмір інвестицій розраховується по формулі:

$$I = I_{ін} + I_{пр}$$

K01.891-03.06.КР.ПЗ

Арк.

де: Іін - інноваційний бюджет;

Іпр - інвестиції в виробництво для впровадження результатів НДР.

Визначаємо затрати інноваційного бюджету - Іін

$$Іін = Вкон + Цндр + Вэкс + Всерт + Впат$$

де: Вкон – затрати на формування концепції (30% от Цндр);;

Цндр - ціна НДР;

Вэкс - затрати на експериментальне дослідження (50% от Цндр);

Всерт- затрати на сертифікацію продукції (20% Цндр);

Впат- затрати на патентування (10% от Цндр).

Основою інноваційного бюджету являється Ц ндр

Ціну НДР визначаємо по формулі:

$$Цндр = Вндр + П + ПДВ$$

де: Вндр - затрати на проведення НДР;

П - прибуток від НДР;

ПДВ – податок на добавлену вартість.

Вндр визначаємо на основі затрат на проведення НДР, який складається із наступних статтів: матеріали, паливо и енергія, заробітна плата (основна и додаткова), відрахування на соціальні заходи, амортизаційні відрахування, інші і накладні витрати.

Витрати на сировину

Витрати на сировину визначаємо виходячи із рецептури і зводимо у таблицю 6.3

Таблиця 6.3 –Розрахунок вартості сировини

Вид сировини	Всього витрата, кг	Ціна за 1 кг, грн	Загальна вартість, грн
Цільнозернове борошно спельти	10	45	450
Всього	-	-	450

Для визначення витрат на сировину враховуються затрати на допоміжні матеріали і вартість канцелярських товарів.

Затрати на допоміжні матеріали:

Газетний папір – 15 грн.

Коробка для макаронних виробів - 9,00 грн;

Поліпропілен - 30грн.

Загальні затрати на сировину і доп. матеріали для проведення дослідів:

$$\text{Взаг} = 450 + 9 + 30 + 15 = 504 \text{ грн}$$

Затрати на електроенергію:

Затрати на електроенергію рахуються по формулі:

$$\text{Вэл} = \Sigma (\tau * \eta) * T$$

де τ – кількість годин роботи приладу,

год η – паспортна потужність електродвигуна приладу,

кВт T - тариф на електроенергію (1,68) грн / кВт*год

Таблиця 6.4 - Затрати на електроенергію

Найменування обладнання	Потужність електродвигуна, кВт	Час експлуатації обладнання, год.	Витрата електроенергії, кВт*год
Електронні ваги	0,6	36	21,6
Піч Чижової	1,0	24	24,0
Електрична плита	1,5	4	6,0
Тістомісильна машина У1-ЕТВ	0,18	2	0,36
Всього	-	-	51,96

$$\text{Вэл} = 51,96 * 1,68 = 87,3 \text{ грн.}$$

Затрати на заробітну плату

Ці затрати складають усі заробітні плати учасників НДР- керівника по технології, керівника по економічній частині, спеціаліста і лаборанта.

Розрахунки вносять в таблицю 6.5

Таблиця 6.5 - розрахунок оплати праці усіх учасників НДР.

Учасники НДР	Місячний оклад, грн	Трудоємність проведених робіт, міс	Оплата праці за НДР, грн
Студент-дослідник	6 000	6,0 (60%)	21 600
Науковий керівник з технологічної кафедри	10 000	6,0 (40%)	24 000
Науковий керівник з економічної кафедри	10 000	6,0 (5%)	3 000
Лаборант	6 000	6,0 (5%)	1800

Продовження табл. 6.5.

Учасники НДР	Місячний оклад, грн	Трудоємність проведених робіт, міс	Оплата праці за НДР, грн
Всього			50 400,0
Єдиний соціальний внесок(22%)			11 088,0
Всього: зарплата з відрахуваннями			61 488

Амортизаційні відрахування

Обладнанням користуються в академії протягом 1,2 місяців, в перерахунку на цілодобову роботу. Норма амортизації складає 20% (2% ($20 * 1,2/12$)) від балансової вартості працюючих технологічних машин; 40% (в перерахунку - 4% ($40 * 1,2/12$)) від балансової вартості електронних установок; 60% (в перерахунку 6% ($60 * 1,2/12$)) від балансової вартості комп'ютера.

Оскільки лабораторним обладнанням користуємося тільки 1,2 місяця, приймаємо норму амортизації зменшену в 6 раз.

Таблиця 6.6 – Амортизаційні відрахування

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн	Норма відрахувань, %	Амортизаційні відрахування, грн
Електронні ваги	2500	4	100
Піч Чижової	1800	2	36
Електрична плита	500	4	20
Лабораторний стіл	700	2	14
Комп'ютер	20000	6	1200
Тістомісильна машина У1-ЕТВ	20000	2	400
Всього	-	-	1770

Загальна використовувана площа лабораторії складає 12 м². Ціна 1м² площі приміщення складає 9600 грн, тому загальна вартість лабораторії:

$$115200 \text{ грн} (12 \cdot 9600 = 115200)$$

Норма амортизації приміщення - 5%.

Амортизаційні відрахування за 1,2 місяця

$$\text{Вам.пр.} = 115\,200 \cdot (1,2/12) \cdot 0,05 = 576 \text{ грн.}$$

Загальні амортизаційні відрахування обладнання і приміщення:

$$\text{Вам} = 1\,770 + 576 = 2346 \text{ грн.}$$

Інші витрати

Інші витрати складають 10% від суми представлених вище витрат:

$$\text{Вінш.} = (504 + 87,3 + 61\,488 + 2346) \cdot 10\% = 6\,442,53 \text{ грн.}$$

Накладні витрати складають 20% від суми витрати за статтями 1-6:

$$\text{Внакл.} = (504 + 87,3 + 61\,488 + 2346) \cdot 20\% = 12\,885,06 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.5 – Витрати на проведення НДР

№ п/п	Найменування статті	Сума затрат, грн
1	Сировина	450
2	Матеріали	54
3	Електроенергія	87,3
4	Заробітна плата (основна і додаткова)	50400,0
5	Відрахування на соціальні заходи	11088,0
6	Амортизаційні відрахування	2346
7	Інші затрати	6442,53
8	Накладні затрати	12885,06
	Всього	83752,89

Ціна НДР складає:

$$\text{Цндр} = \text{Вндр} + \text{П} + \text{ПДВП}$$

$$\text{П} = \text{Вндр} \cdot 0,2 = 83\,752,89 \cdot 0,2 = 16\,750,6 \text{ грн}$$

$$\text{НДС} = (\text{Вндр} + \text{П}) \cdot 0,2 = (83\,752,89 + 16\,750,6) \cdot 0,2 = 20\,100,7 \text{ грн}$$

$$\text{Цндр} = 83\,752,89 + 16\,750,6 + 20\,100,7 = 120\,604,19 \text{ грн} = 120,6 \text{ тис.грн}$$

Інноваційний бюджет:

$$\text{Іін} = \text{Вкон} + \text{Цндр} + \text{Вэкс} + \text{Всер} + \text{Впат},$$

де Вкон – витрати на розробку концепції (30% від Цндр);

Цндр - ціна НДР;

Вэкс – затрати на експериментальні дослідження (50% от Цндр);

Всер – затрати на сертифікацію продукції (20% Цндр);

Впат – затрати на патентування (10% от Цндр).

$$\text{Іін} = 120,6 \cdot (0,3 + 0,5 + 0,2 + 0,1 + 1,2) = 277,38 \text{ тис.грн}$$

Визначення інвестицій для впровадження у виробництво:

Інвестиції для впровадження в виробництво результатів НДР:

$$I_{пр} = I_{овф} + I_{ок} + I_{рек}$$

де $I_{овф}$ - інвестиції в основні виробничі фонди;

$I_{ок}$ – додаткова сума оборотних коштів, необхідних виробництву у зв'язку з впровадженням результатів НДР;

$I_{рек}$ - інвестиції на рекламу.

$$I_{овф} = I_{стр} + I_{об}$$

де $I_{буд}$ - інвестиції в будівництво ($I_{буд} = 0$);

$I_{об}$ - інвестиції в обладнання. ($I_{об} = 0$) – оскільки впровадження нового обладнання не планується.

$I_{ок}$ – інвестиції в оборотні кошти, 5% от ΔРП:

$$I_{ок} = 0,05 * \Delta РП = 0,05 * 3800 = 190 \text{ тис.грн}$$

$I_{рек}$ – витрати на рекламу, 2% от ΔРП:

$$I_{рек} = 0,02 * \Delta РП = 0,02 * 3800 = 76 \text{ тис.грн}$$

Інвестиції у виробництво:

$$I_{пр} = I_{овф} + I_{ок} + I_{рек} = 190 + 76 = 266 \text{ тис.грн}$$

Інноваційний бюджет:

$$I = I_{ін} + I_{пр} = 277,38 + 266 = 543,38 \text{ тис.грн}$$

Індекс дохідності (ІД) – це показник рентабельності, який розраховують на основі моделі:

$$IД = \frac{\sum_{t=1}^n ЧГП_t}{ІК}$$
$$IД = \frac{582,52}{543,38} = 1,07$$

З формули випливає, що індекс дохідності є відношенням приведених грошових надходжень до приведених до початку реалізації інвестиційного проекту інвестицій.

Проект приймається, якщо індекс дохідності перевищує 1.

Порівняємо суму інвестицій на проведення НДР і впровадження результатів у підприємстві (І) з прибутком (П).

$$I / П = 543,38 / 582,52 = 0,9$$

Виходячи з отриманих даних, можемо зробити висновок, що термін окупності до 1 року. НДР є вигідним проектом.

Висновки

Показники свідчать про високу ефективність запропонованого проекту, а саме:

– випуск продукції в натуральному вимірі планується збільшити на 100т, при цьому приріст реалізованої продукції становитиме 3800 тис. грн., а додатковий прибуток за рахунок збільшення об'ємів реалізації продукту, та перетворення його в продукт функціонального призначення, становитиме 582,52. грн.;

– при інвестиціях розміром 543,38тис.грн., строк їх окупності становитиме 10 міс., індекс доходності – 1,07. Таким чином, слід відзначити високу ефективність проекту і доцільність його практичної реалізації на підприємстві.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

На основі результатів науково-дослідної частини роботи та технологічних розрахунків, впровадження технології макаронних виробів на основі борошна з цільозмеленої спельти в м. Дніпро є економічно обґрунтованим рішенням, асортимент даного підприємства буде користуватись попитом та володіти високою якістю. Макаронні вироби із цільозмеленого борошна спельти характеризуються високою харчовою цінністю.

За результатами досліджень показано доцільність використання цільозернового борошна спельти для виробництва макаронних виробів підвищеної харчової цінності.

Доведено, що використання борошна з цільозмеленої спельти підвищить вміст дефіцитних нутрієнтів як білки та жири, вітаміни, а саме K, Mg, P, Zn, Mn, Cu, Se, та вітамінів групи B і PP та дозволить отримати вироби високої харчової цінності, що будуть більше задовольняти добову потребу людини в поживних речовинах, ніж вироби з пшеничного борошна. До того ж регулярне вживання в їжу продуктів зі спельти сприяє зміцненню імунітету, нормалізації рівня цукру в крові, поліпшенню роботи серцево-судинної, ендокринної, нервової, травної та репродуктивної систем, знижує ризик розвитку анемії, інфекційних та онкологічних захворювань.

Для проведення порівняльного аналізу впливу борошна з цільозмеленої спельти на властивості напівфабрикатів та якість макаронних виробів готували зразки, в яких в тій же кількості робили заміну борошна вищого сорту на борошно з цільозмеленої пшениці, та порівнювали з контрольним зразком виготовленим з борошна пшеничного вищого сорту.

Результати досліджень фізико-хімічних показників якості макаронного тіста, свідчать, що збільшення в рецептурі частки цільозернового борошна спельти незначно відображається на вологості напівфабрикату, кислотність напівфабрикатів підвищилась, але в допустимих межах.

Збільшення в рецептурі частки борошна з цільозмеленої пшениці і спельти призводить до подовження тривалості варіння макаронних виробів до готовності, збільшення втрати сухих речовин у варильну рідину і кількості увібраної води, проте вироби із борошна цільозмеленої спельти за своїми показниками найбільш подібні до контрольного зразка.

За органолептичною оцінкою напівфабрикатів, більш вдалий зразок з цільнозмеленого борошна спельти: тісто пластичне, отримані сирі вироби правильної форми і приємного тепло-коричневого відтінку. Готові вироби з борошна цільнозмеленої спельти характеризувалися достатньо однорідним кольором з кремовим відтінком, приємним смаком і запахом, властивим макаронних виробів і використовуваній сировині. Після варіння вироби не злипалися, добре зберігали свою форму

Таким чином на підприємстві в м. Дніпро буде виготовлятися такий асортимент: грамофон вищого сорту, вермішель павутинка вищого сорту, спагеті вищого сорту, локшина спельтова.

Виробництва даних видів макаронних виробів впроваджено на автоматичній лінії фірми Ravan із застосуванням технології ТАС. ТАС – Термоактивна система і високі температури. Технологія ТАС включає 2 стадії сушіння та 2 стабілізації. Підтримує продукт в пластичному і пористому стані протягом усього процесу сушіння і контролює розвиток реакції Майяра. Швидке зниження вмісту води в макаронних виробках і поступове підвищення температури блокують розширення крохмалю та активують коагуляцію білків. В результаті виходить продукт з поліпшеним кольором і поліпшеними характеристиками приготування. Спагеті проходить через зони прискореного сушіння та стабілізації-відволоження, в яких запрограмовані параметри температури та вологості для досягнення ідеального сушіння.

Економічні показники свідчать про високу ефективність даної роботи, а саме: при збільшенні випуску продукції на 100 т, приріст реалізованої продукції становитиме 3800 тис. грн., а додатковий прибуток за рахунок збільшення об'ємів реалізації продукту, становитиме 582,52. грн.. При інвестиціях розміром 543,38тис.грн., строк їх окупності становитиме 10 міс., індекс доходності – 1,07. Таким чином, слід відзначити високу ефективність запропонованих рішень і доцільність його практичної реалізації на підприємстві.

Перелік джерел посилання

1. Макаронні вироби. Аналіз переваг споживачів і основних виробників [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://koloro.ua/ua/blog/issledovaniya/makaronnye-izdeliya.-analizpredpochtenij-potrebitelej-osnovnyh-proizvoditelej-i-situacii-na-rynke.html>;

2. Чернышева А. Среди стран СНГ наибольшая доля макаронных изделий в структуре потребления приходится на Казахстан [Электронный ресурс] // Маркетинговые исследования. 2018. URL: <http://www.indexbox.ru/news/sredi-stran-sng-naibolshaya-dolya-makaronnyh-izdelij-v-strukturepotrebleniya-prihoditsya-na-kazahstan/> (дата обращения: 26.06.2019).

3. Якість яка стає важливішою за ціну: за підсумками аналізу ринку макаронних виробів України [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/kachestvo-stanovitsya-vazhnee-ceny-po-itogam-analiza-rynka-makaronnyh-izdelij-ukrainy>.

4. Волочков А.Н. Разработка технологии макаронных изделий повышенной пищевой и биологической ценности с изолятами растительных белков // Воронеж, 2009. - 524 с.;

5. Осипова Г.А., Корячкина С.Я., Волчков А.Н. Способы повышения биологической ценности макаронных изделий. Орел, 2010. 159 с.

6. Макаронні вироби з порошком глоду / пат. на винахід 118069 Україна: МПК А23L 7/00 / Голікова Т. П., Орлова О. О.; власник НУХТ № u201613495; заявл. 28.12.2016; опубл. 25.07.2017, бюл. № 14

7. Патент РФ №2719125, А23L 7/109. Способ производства макаронных изделий. – Опубл. 17.04.2020. – Бюл. №11.

8. Castelo-Branco V.N., Guimarães J.N., Souza L. and ets. The use of green banana (*Musa balbisiana*) pulp and peel flour as an ingredient for tagliatelle pasta. Braz. J. Food Technol., V. 20, e2016119, 2017.

9. Пат. 2462046С1 Российская Федерация, МПК А23L1/16. Состав теста для производства макаронных изделий / Осипова Г. И., Коргина Т. В.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс. – № 2011112756; заявл 01.04.2011; опубл. 27.09.2012.

10. Медведев Г.М. Технология макаронных изделий // Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий: В 3 ч. Ч. III. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 312 с.

11. Патент РФ №2649337, A23L 7/109. Способ производства макаронных изделий. – Оpubл. 02.04.2018. – Бюл. №10.

12. Silva M.L.T., Brinques G.B., Gurak P.D. Use of sprouts byproduct flour for fresh pasta production. Braz. J. Food Technol., Campinas, V. 22, e2018063, 2019.

13. Пат. РФ 2222223 С2, МПК 7 А23L1/16. Способ производства макаронных изделий с использованием нетрадиционного сырья – амаранта / Петрова Е. В., Шерстнева М. В., Шнейдер Д. В.; заявитель и патентообладатель Государственный НИИ хлебопекарной промышленности Государственное унитарное предприятие Закрытое акционерное общество «Макарон-Сервис». – № 2001125728/13; заявл. 21.09.2001; опубл. 27.01.2018.

14. Сирохман І.В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч. пос. / І.В. Сирохман, В.М. Завгородня. К.: Центр учбової літератури, 2009. - 544 с.;

15. Макаронні вироби з гречаною клітковиною пат. на винахід 133542 україна: мпк а23l 7/109; ДДАЕУ / № и 2018 11345; заявл. 19.11.2018; опубл. 10.04.2019, бюл.№ 7.;

16. Аптрахимов Д.Р., Смольникова Ф.Х., Ребезов М.Б. Сравнительная характеристика растительных компонентов разработанных макаронных изделий // Молодой ученый. 2016. № 21. С. 111–114;

17. Исследование показателей качества обогащенных макаронных изделий / И. А. Долматова, Т. Н. Зайцева, Г. Д. Иванова [и др.] // Молодой ученый. – 2015. – Т. 86, № 6. – С. 148– 152.

18. Зубцов, В. А. Льняное семя, его состав и свойства / В. А. Зубцов, Л. Л. Осипова, Т. И. Лебедева // Российский химический журнал. – 2002. – Т. 46, № 2. – С. 14–16.75. Серосодержащие аминокислоты в диагностике, целенаправленном поддержании и формировании здоровья / В. К. Чокинэ, С. Н. Гараева, А. В. Невоя [и др.] // Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. – 2011. – Т. 315, № 3. – С. 15–35.

19. Серосодержащие аминокислоты в диагностике, целенаправленном поддержании и формировании здоровья / В. К. Чокинэ,

С. Н. Гараева, А. В. Невоя [и др.] // Известия Академии наук Молдовы. Науки о жизни. – 2011. – Т. 315, № 3. – С. 15–35.

20. Биккулова Э.Р., Черненко Е. Н., Черненко А.А., Миронова И. В., Бадамшина Е. В. Разработка рецептуры макаронных изделий с повышенной пищевой ценностью // Башкирский государственный аграрный университет, Россия, Республика Башкортостан, г. Уфа / УДК: 664.694/ 2019 г.;

21. Мелёшкина Л. Е., Червякова Н. В. Потребительские свойства и пищевая ценность макаронных изделий с растительными обогащающими добавками // 10.257127ASTU.2072-8921.2020.04.007 УДК 664.694;

22. Шамбыл Г.Б., Алтайулы С., Карденов С.А., Леонидова Б.Л., Куцова А.Е., Инновационная технология производства обогащенных макаронных изделий с мукой из жмыха семян кунжута // Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина. УДК 664.694;

23. Н. Л. Наумова, Д. Г. Лигостаев, О пищевой ценности растительного сырья, используемого в производстве макаронных изделий // УДК 664.691/.694 + 664.74. 2017р.;

24. Крылова И.В., Ефимова М.В., Ефимов А.А. влияние добавления овсяной муки на показатели качества макаронных изделий с кукумарией // УДК 664.691/.694:593.9;

25. Milde Laura B., Chigal Paola S., Chiola Zayas María O. Nutritional characterization of gluten free nontraditional pasta. International Journal of Food Science and Nutrition, 2018, V. 3, Is. 5, pp. 19–24.

26. О.Ф. Фазуллина, С.О. Смирнов. Исследование пищевой ценности макаронных изделий из полбы с растительными добавками // Научно-исследовательский институт пищевых концентратной промышленности и специальной пищевой технологии – филиал ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Российская Федерация. DOI 10.29141/2500-1922-2020-5-2-8;

27. Смирнов С.О., Фазуллина О.Ф. Макароны изделия с низким гликемическим индексом // Научный журнал НИУ ИТМО. Сер.: Процессы и аппараты пищевых производств. 2019. № 3. С. 32–41. DOI: 10.17586/2310-1164-2019-12-3-32-41.

28. Крюкова Е.В., Лейберова Н.В., Лихачева Е.И. Исследование химического состава полбяной муки // Вестник ЮУрГУ. Сер.: Пищевые и биотехнологии. 2014. Т. 2, № 2. С. 75–81.

29. Filipović J., Pezo L., Filipović, et al. Mathematical approach to assessing spelt cultivars (*Triticum aestivum* subsp. spelt) for pasta making. *Int. J. Food Sci. Tech.* 2013, no. 48, pp. 195–203.

30. Bojanska T., Frančakova H. The use of spelt wheat (*Triticum spelt* L.) for baking applications. *Rostilinná Vyroba*, 2002, no. 4(48), pp. 141–147.

31. Marconi E., Carcea M., Schiavine M., Cubadda R. Spelt (*Triticum spelt* L) pasta quality: combined effect of flour properties and drying conditions. *Cereal Chemistry*. 2002, no. 79, pp. 634–639.

32. Abdel-Aal E-S., El-Sayed M., Rabalsk I. Effect of baking on nutrition properties of starch in organic spelt whole grain products. *Food Chemistry*. 2008, no. 11, pp. 150–156.

33. Казакевич А.С., Черкасіна А.А., Использование спельтовой муки в хлебопекарной промышленности. Юго-Западный государственный университет. ISBN 978-5-9906417-5-5 13 апреля 2020 г.

34. Спельта/Вікіпедія. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B0> (дата звернення: 23.10.2018).;

35. Спосіб приготування хлібо-булочних виробів: Пат. 65091 Україна: МПК А21D 8/02. № u201105683; заявл. 04.05.11; опубл. 25.11.11, Бюл. № 22. 4 с.

36. How to Bake With Spelt Flour: Guide to Spelt Flour. URL: <https://www.masterclass.com/articles/how-to-bake-with-spelt-flour#wheredoes-spelt-flour-come-from> (дата звернення: 15.11.2017).

37. Українці все більше обирають спельту замість пшениці / Agravery. URL: <http://agravery.com/uk/posts/show/ukrainci-vse-bilse-obiraut-speltu-zamist-psenici> (дата звернення : 23.10.2018).

38. Escarnot E. Comparative study of the content and profiles of macronutrients in spelt and wheat, a review / E. Escarnot, J-M Jacquemin, R. Agneessens, M. Paquot // *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*. – 2012. – Vol. 16(2). – P. 243-256.

39. Kohajdová Z. Nutritional value and baking applications of spelt wheat / Z. Kohajdová, J. Karovičová // *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*. – 2008. – Vol. 7(3). – P. 5-14.

40. Дробот В.І., Семенова А.Б., Михонік Л.А., Порівняльна характеристика хімічного складу та технологічних властивостей

суцільнозмеленого пшеничного борошна та борошна спельти. // Національний університет харчових технологій, Інститут продовольчих ресурсів НААН України. УДК 664.664.6/.7;

41. Bonafaccia G. Characteristics of spelt wheat products and nutritional value of spelt wheat-based bread / G. Bonafaccia, V. Gallia, R. Franciscia, V. Mairb, V. Skrabanjac, I. Kreft // Food Chemistry. – 2000. – Vol. 68. – P. 437-441.

42. Marotti I. Prebiotic effect of soluble fibers from modern and old durum-type wheat varieties on Lactobacillus and Bifidobacterium strains / I. Marotti, V. Bregola, I. Aloisio, D. Di Gioia, S. Bosi, R. Di Silvestro, R. Quinn, G. Dinelli // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2012 – Vol. 92(10). – P. 2133–2140.

43. Крюкова, Е.В. Влияние полбяной муки на качество сдобного печенья/ Е.В. Крюкова и др. // Кондитерское производство. – 2014. – № 3 – С. 2–4.

44. Пономарева Е.И. Эффективность использования нетрадиционных видов сырья в технологии хлеба функционального назначения // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. Т. 11. № 5. С. 605.

45. Запаренко Г.В. Характеристика спельти, як альтернативної зернової сировини хлібопекарського виробництва / Г.В. Запаренко, С.Г. Олійник, О.В. Самохвалова // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, готельного, ресторанного господарств і торгівлі: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і студентів, 23 бер. 2011 р / редкол. : О. І. Черевко [та ін.]. –Х : ХДУХТ, 2011. –Ч. 1. –С. 63.

46. Pruska-Kedzior A. Comparison of viscoelastic properties of gluten from spelt and common wheat / A. Pruska-Kedzior, Z. Kedzior, E. Klockiewicz-Kaminska // European Food Research and Technology. – 2008. – Vol. 227(1). P. 199-207.

47. Schober T. J., Bean S. R., Kuhn, M., Gluten proteins from spelt (*Triticum aestivum* ssp *spelta*) cultivars: A rheological and size-exclusion high-performance liquid chromatography study / T. J. Schober, S. R. Bean, M. Kuhn // Journal of cereal science. – 2006. –Vol. 44(2). P. 161-173.

48. Технология макаронного производства: учебное пособие для вузов / Г.А. Осипова. – Орел: ОрелГТУ, 2009. – 152 с.

49. Максименкова О.А., Короткова Г.В., Клейковина, как важнейший фактор, определяющий качество муки // Национальный исследовательский университет «МЭИ», 2021г.

50. Покрашинская А. В., Влияние черничного пюре на количество и качество клейковины. УО «Гродненский государственный аграрный университет»,г. Гродно, Республика Беларусь. УДК 664.641.12:664.858.8:634.733(476)

51. Малютина Т.Н., Туренко В.Ю. Исследование влияния нетрадиционного вида муки на качество макаронных изделий из мягкой пшеницы // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 166–171.

52. Крюкова Е.В., Лейберова Н.В., Лихачева Е.И. Исследование химического состава полбяной муки // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2014. № 2. С. 75–81.

53. Блохина Л.В., Кондакова Н.М., Погожева А.В., Батурин А.К. Роль изучения фактического питания в системе многоуровневой диагностики нарушений пищевого статуса пациентов с ожирением // Вопросы питания. 2009. № 5. С. 35–39.

54.Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу “Технологія макаронного виробництва” для здобувачів СВО «Бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання освітньо-професійної програми «Технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів» / Укладачі О.В. Макарова, А.С. Фатєєва. – Одеса: ОНАХТ, 2021. –70 с.

55. Kohajdová Z. Nutritional value and baking applications of spelt wheat / Z. Kohajdová, J. Karovičová // Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria. – 2008. –Vol. 7(3). –P. 5-14.

56.Хмельницька Є.В. // Аналіз асортименту макаронних виробів на ринку України// Полтавський університет економіки і торгівлі. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:<https://matovarzn.forumotion.me/t62-topic>

57. Макаронні вироби. Аналіз переваг споживачів і основних виробників [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://koloro.ua/ua/blog/issledovaniya/makaronnye-izdeliya.-analiz-predpochtenij-potrebitelej-osnovnyh-proizvoditelej-i-situacii-na-rynke.html>

58. Аналіз ринку макаронних виробів України.// Вересень 2018 року. Pro consulting [Електронний ресурс].

59. Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов: справочник МакКанса и Уиддоусона / пер. с англ. под общ. ред. д-ра мед. наук А. К. Батурина. — СПб.: Профессия, 2006. —416 с., табл.

60. Методичні вказівки до оформлення кваліфікаційної роботи магістрів спеціальності 181 «Харчові технології» освітньої програми «Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів» денної і заочної форм навчання / Укладачі: К.Г. Іоргачова, д.т.н., проф., Л.В. Гордієнко, к.т.н., доц., В.Ю. Толстих, к.т.н., доц., О.В. Макарова, к.т.н., доц., Н.Ю. Соколова, к.т.н., доц. – Одеса: ОНАХТ, 2020. – 35 с.

61. Буров, Л.А. Технологическое оборудование макаронных фабрик / Л.А. Буров, Г.М. Медведев. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 248 с.

62. Чернов, М.Е. Макаaronное производство / М.Е. Чернов. – М.: Мир, 1994. – 208 с.

63. Медведев Г.М., Крылова В.В. Технология и теххимконтроль макаронного производства. – М.: Пищевая промышленность, 2004. – 144 с.;

64. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту з технології макаронного виробництва для здобувачів СВО «Бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньої програми «Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів» денної і заочної форм навчання / Укладачі О.В. Макарова, А.С. Фатєєва, А.Б. Чабан. За ред К.Г. Іоргачової. – Одеса, ОНТУ, 2021. – 89 с.

65. ДСТУ 7525:2014 Вода питна. Вимоги та методи контролю якості.

66. ГСТУ 46.004-99 Борошно пшеничне. Технічні умови.

67. ДСТУ 7043:2020 Вироби макаронні. Загальні технічні умови.

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Приміт.
		1		Матеріалопровід	1	
		2	М-125	Багатопозиційний перемикач	35	
		3	ХЕ-233	Силос	11	
		4	А1-ХБЮ-52	Бункер-розвантажувач	2	
		5	ПБ-1,5	Просіювач	2	
		6		Надвагова ємність	2	
		7	АВ-50	Автоматичні ваги	2	
		8		Підвагова ємність	2	
		9	ВК	Виробничий бункер	11	
		10	М-122М	Живильник	17	
		11		Трубопровід	2	
		12	РВ-3	Ресивери	2	
		13	ОММ-100	Масляний фільтр	1	
		14	ФПУ-2	Фільтр	1	
		15	ВУ6/4	Компресор	1	
		16		Фільтрзаглушувач	1	
		17		Автоматичний клапан	4	
		18	ХЕ-161	Фільтр для очищення	22	
		19		Бак холодної води	1	
		20		Бак для гарячої води	1	
		21		Тен	1	
		22	Ravan-1000	Макаронний прес	1	
		23	Ravan	Пресувальний пристрій	1	
		24	Ravan	Матриця	1	
		25	Ravan	Попередня сушарка	1	
		26	Ravan	Остаточна сушарка	1	
		27	Ravan	Кулер-охолоджувач	1	

К01.891-03.06.КР.ПЗ

Зм Арж № док. Підпис Дата

Студент	Баюш О.С.		
Консульт.	Макарова О.В.		
Н. контр.	Макарова О.В.		
Керівник	Макарова О.В.		
Зав. каф.	Іоргачева К.Г.		

СПЕЦИФІКАЦІЯ

Літера Аркуш Аркушів

1 2

ОНТУ-2021
Каф. ТХКМВ і Х
гр. ТХП- 61

Додаток А Результати досліджень

Пшеничне борошно в/с

Цільнозернове борошно
спельти

Цільнозернове борошно
пшениці



Рис. А.1 Клейковина з різних зразків борошна

Після замісу

Після 5 год витримки

Пшеничне борошно в/с



Цільнозернове борошно спельти



Цільнозернове борошно пшениці



Рис. А.2 Здатність досліджуваних зразків борошна до потемніння

Додаток Б

(Апробація результатів роботи на наукових конференціях)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ



ПРОГРАМА

НАУКОВОЇ СТУДЕНТСЬКОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
2020–2021 н.р.

29 – 31 березня 2021 р.

Одеса – 2021

СЕКЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНА

Засідання

30 березня 2021 року о 9:00

Ідентифікатор конференції: 6261037367

Код доступу: 1111

Наукові керівники – доц. Волошенко О.С., доц. Хоренжий Н.В.

Секретар – ст.викл. Кузьменко Ю.Я.

1. Quality monitoring of Ukrainian wheat grain harvest 2019/2020 marketing year

Студент СВО «Бакалавр» ф-ту ТЗіЗБ Люклянчук К.М.

Науковий керівник – доц. Хоренжий Н.В.

2. Solvent retention capacity method

Студент СВО «Бакалавр» ф-ту ТЗіЗБ Покарініна В.М.

Науковий керівник – доц. Хоренжий Н.В.

СЕКЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ХЛІБА, КОНДИТЕРСЬКИХ, МАКАРОННИХ
ВИРОБІВ І ХАРЧОКОНЦЕНТРАТІВ

Засідання

4 грудня 2020 року о 12⁰⁰, ауд. Д-110

Наукові керівники – доц. Котузаки О.М., доц. Соколова Н.Ю.

Секретар – студ. СВО «Бакалавр» Томашпольська Е.В.

1. Коректування рецептурного складу булочних виробів за рахунок використання порошку кербаса.

Студенти ОКР «Бакалавр» ф-ту ТЗ і ЗБ Дашко В.О., Петрик А.С.,

Сільвейстрова К. В.

Науковий керівник – доц. Соколова Н.Ю.

2. Перспективи використання бобових культур в технології виробництва кексів.

Студенти СВО «Бакалавр» ф-ту ТЗ і ЗБ Кривцун К.О., Велігоцька В.С.,

Томашпольська Е.В. Меньшикова Ю.В., Шевченко Д.Ю.

Науковий керівник – доц. Котузаки О.М.

3. Використання різних видів конопляних продуктів у технології пшеничних хлібобулочних виробів.

Студенти ОКР «Бакалавр» ф-ту ТЗ і ЗБ Панарін М. В., Головатюк І. П.,

Носачов Д. Д., Оксанич А. Ю.

Науковий керівник – доц. Соколова Н.Ю.

4. Розробка технології кексів підвищеної харчової цінності.

Студенти СВО «Бакалавр» ф-ту ТЗ і ЗБ Молчанова Т.О., Царік О.Ю.,

Фільченкова М.Д., Павлюченко Д.С., Ільїнова В.Г., Волкова Х.О.

Науковий керівник – доц. Котузаки О.М.

Науковий керівник – доц. Котузаки О.М.

Засідання
30 березня 2021 року о 13.00
Ідентифікатор конференції: 5715203662
Код доступу: 7777

Науковий керівник – доц. Котузаки О.М.
Секретар – студент СВО «Магістр» Божко М.М.

- 1. Технологія здобного печива зі зниженою енергетичною цінністю.**
Студенти СВО «Магістр» ф-ту ТЗ і ЗБ Божко М.М.
Наукові керівники – проф. Іоргачова К.Г., доц. Хвостенко К.В.
- 2. Досвід використання продуктів переробки амаранту в технології борошняних кондитерських виробів.**
Студент СВО «Магістр» ф-ту ТЗ і ЗБ Якімова Т.В.
Науковий керівник – доц. Хвостенко К.В.
- 3. Вплив вторинних продуктів переробки рослинної сировини на якість збивного печива.**
Студент СВО «Магістр» ф-ту ТЗ і ЗБ Шевченко Ю.О.
Науковий керівник – доц. Хвостенко К.В.
- 4. Розширення асортименту борошняних кондитерських виробів підвищеної харчової цінності.**
Студент СВО «Магістр» ф-ту ТЗ і ЗБ Колісник А.Є.
Науковий керівник – доц. Котузаки О.М.
- 5. Обґрунтування рецептурного складу кексів з використанням вторинних продуктів переробки олійних культур.**
Студент СВО «Магістр» ф-ту ТЗ і ЗБ Гріщенко А.В.
Наукові керівники – доц. Макарова О.В., асп. Чабан А.Б.
- 6. Особливості виробництва макаронних виробів з безглютенових видів борошна.**
Студент СВО «Магістр» ф-ту ТЗ і ЗБ Хрульова Є.І.
Науковий керівник – доц. Макарова О.В.
- 7. Раціональне використання какао-бобів.**
Студент 4 курсу ВСП Одеського технічного фахового коледжу ОНАХТ Шевченко А.С.
Науковий керівник – Ільчишина Н.М.
- 8. Розширення асортименту маршмеллоу зі зниженою цукроємністю та підвищеною харчовою цінністю.**
Студент СВО «Магістр» ф-ту ТЗ і ЗБ Галіч О.А.
Наукові керівники – доц. Толстих В.Ю.
- 9. Перспективи та досвід виробництва макаронних виробів з підвищеною харчовою цінністю.**
Студент СВО «Магістр» ф-ту ТЗ і ЗБ Баюш О.С.
Науковий керівник – доц. Макарова О.В.